

217.7
C 36

PAUL CERNEA • FLORICA CONSTANTIN

EXPLORĂRI
FUNCTIONALE
OFŢALMOLOGIE

EXPLORĂRI FUNCȚIONALE ÎN OFTALMOLOGIE

CUVÎNT ÎNAINTE

*Pe scări de ipoteze pătrunzi
în adevăr*

NICOLAE IORGA

În ultimii ani, explorările funcționale în oftalmologie au evoluat mult și au devenit mult mai complexe, electronica dînd o mai mare precizie rezultatelor obținute. Științele exacte ca fizica, chimia, matematica s-au impus și în specialitatea noastră; nu trebuie să cădem însă nici în cealaltă extremă pentru că oftalmologia nu poate și nu trebuie să fie pusă toată în formule. De aceea, în timpul expunerii noastre nu am părăsit cadrul clinic al specialității.

Prezentul volum reprezintă o sumară trecere în revistă a principalelor explorări funcționale în oftalmologie. Unele capitole au fost însă reduse, iar la altele am renunțat complet din cauza numărului limitat de pagini. Nu s-a putut renunța la unele date de anatomie și fiziologie, deoarece fără aceste noțiuni de bază nu puteau fi înțelese unele explorări paraclinice.

O prezentare prea rezumativă ar fi dăunat atît integrității cit și reflectării adevărului în expunere. Față de volumul mare de lucrări existente nu am putut parcurge întreaga literatură. Cîmpul necercetat este încă imens, iar unele tehnici de explorare sînt încă la începutul lor. Ținem să mulțumim în special dr. C. Teodorescu, cercetător la secția de fiziologie a filialei Iași a Academiei, pentru ajutorul acordat în redactarea capitolului de electromiografie, și dr. O. Petrescu, asistent la Catedra de Biofizică a Institutului Medico-Farmaceutic din Iași, în redactarea capitolului cu radioizotopi.

Într-o perioadă cînd publicațiile de specialitate de sinteză sînt încă reduse, sperăm ca prezentul volum să-și găsească utilitatea. Am fi recunoscători colegilor care ne-ar sesiza unele lipsuri inerente oricărui început. Dorim ca acest volum să fie un mic îndreptar colegilor mai tineri, în completarea unor noțiuni de bază și stimularea inițiativelor proprii.

Autorii.

I. ACUITATEA VIZUALĂ

Acuitatea vizuală este expresia valorii funcționale a zonei retiniene explorate, traducând capacitatea ochiului de a aprecia configurația, forma, conturul și detaliile spațiale. Ea constituie baza senzației de formă și definirea ei se bazează pe noțiunea de minimum separabil: capacitatea ochiului de a percepe ca distincte două puncte foarte apropiate.

De la astronomii persani datează primele cunoștințe privind discriminarea a două puncte luminoase, iar de la Robert Hooke (1705) se știe că pentru a fi văzute separat două stele, între ele trebuie să existe o deschidere angulară de un minut, pentru ca imaginea să se formeze pe retină în două puncte, aflate la o distanță de $4,5 \mu$ (0,0045 mm).

DATE ANATOMO-FIZIOLOGICE

Măsurarea acuității vizuale, pe bază standardizată științific, a fost introdusă de Herman Snellen, care publică în 1862 „Scala tipografică per mesurare il visus” și care are la bază ideea că pentru ca două puncte să fie percepute separat, ele trebuie să stimuleze două conuri, între care se interpune un con neimpresionat.

Diametrul unui con fiind între 2—4 microni, se consideră că distanța de 4,5 microni presupune cu siguranță un con nestimulat între 2 conuri stimulate.

În practică se admite că acuitatea vizuală normală corespunde capacității de a separa două puncte, văzute sub un unghi de un minut, iar teoretic se știe că mărimea unghiului vizual poate atinge valori pînă la 24 secunde arc de cerc, în condiții de iluminare perfectă. Exprimarea acuității vizuale se face prin inversul unghiului vizual. De exemplu

pentru un unghi vizual de 1,321 minute corespunde o acuitate vizuală de $1/1,321 = 0,756$.

În aprecierea formelor obiectelor mai intervin :

— unghiul vizual minim pentru linii, care corespunde celui mai mic unghi vizual la care două linii paralele mai sînt percepute separat și care după Helmholtz are o valoare apropiată de unghiul minim vizual pentru puncte ;

— facultatea de discriminare a contururilor sau acuitatea vernier : este posibilitatea de a recunoaște că două linii nu sînt în prelungire una cu alta.

Pentru a deduce forma unui obiect este necesar de a aprecia cea mai mică diferență survenită în conturul său. Mărimea acuității vernier poate atinge valori pînă la 10 secunde arc de cerc.

Valorile cele mai mici ale unghiului minim vizual pentru puncte, linii și contur corespund regiunii maculare, la

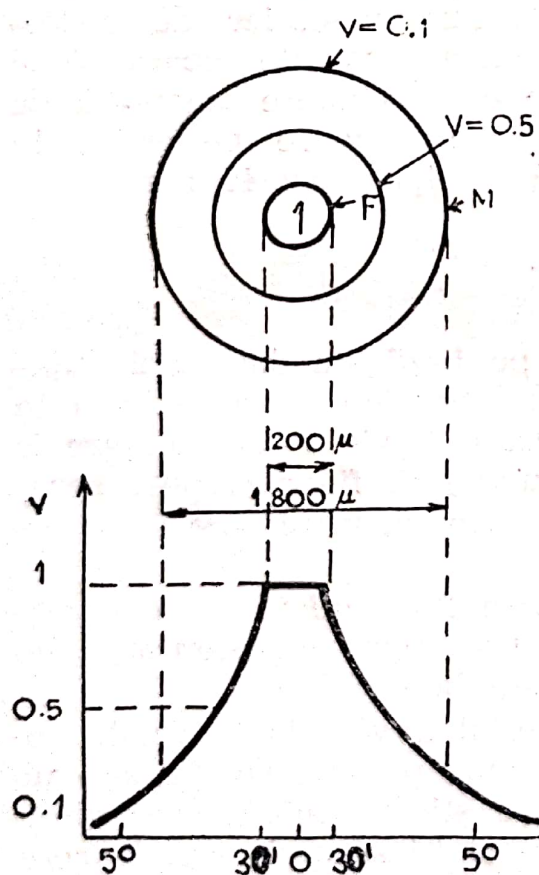


Fig. 1
Acuitatea vizuală și excentricitatea
(Szabo)

nivelul căreia se înregistrează și cea mai mare valoare a acuității vizuale și aceasta datorită densității mari a fotoreceptorilor diurni (conuri) și conexiunilor fotoreceptor — celulă bipolară — celulă ganglionară de tip ideal. Din schema lui Szabo (fig. 1) se vede valoarea acuității vizuale în diferite puncte ale retinei. Zona cuprinsă între 0—30 minute, corespunzătoare foveolei, are pe toată întinderea ei valori maxime ale acuității vizuale.

Acuitatea vizuală este influențată de două elemente dinamice :

- acomodarea,
- micronistagmusul de fixație.

Acomodarea. În vederea diurnă există mici oscilații ale acomodării de 0,1 dioptrii, care

modifică forma și mărimea imaginii retiniene, cu atât mai mult cu cât ochiul prezintă o ametropie mai mică. În vederea nocturnă, acomodarea prezintă modificări mai mari cu apariția unei miopii nocturne. De aceea măsurarea acuității vizuale în lumină scotopică poate produce erori importante. Presbiopia și scleroza cristaliniană limitează efectele acestei miopii. Miopia nocturnă apare la zona de tranziție dintre vederea mezopică și scotopică și este de 1,25—1,50 dioptrii. Este de natură cristaliniană, căci atropinizarea duce la dispariția ei. În apariția miopiei nocturne intervine și compoziția spectrală a stimulilor cu predominanța radiațiilor cu lungime scurtă de undă, care focalizează înaintea retinei.

În vederea scotopică apare și o presbiopie nocturnă; reflexul de acomodare necesită o stimulare foveală, iar lipsa lui duce la apariția presbiopiei.

Micronistagmusul de fixație. Sînt mișcări mici oculare, evidențiate prin înregistrări fotoelectrice și amplificări electronice. Ele sînt în funcție de iluminare. S-a constatat astfel că printr-o fixare cît mai precisă, o imagine punctiformă se deplasează cu cel puțin 2—4 conuri la nivelul maculei. Aceasta arată că imaginea retiniană nu este stabilă pentru o perioadă mai mare de o zecime de secundă. În timp ce unele conuri sînt impresionate, altele își refac substanța fotochimică. De aceea Yves le Grand propune termenul de „arie de fixație” în loc de punct de fixație.

În lumina atenuată micronistagmusul de fixație este mai amplu și facilitează creșterea percepției retiniene, deci a acuității vizuale.

DETERMINAREA ACUITĂȚII VIZUALE

Pentru aprecierea în clinică a acuității vizuale se folosesc teste speciale, conținînd semne, litere sau desene, numite optotipi. Ele sînt construite astfel încît semnele cele mai mici, din ultimul rînd, să fie văzute de la distanța de 5 metri sub un unghi vizual de 5 minute, iar grosimea literei corespunde unei deschideri angulare de 1 minut. Optotipii standardizați au 10 rînduri de litere și fiecare rînd corespunde de la 0,1 la 1 acuitate vizuală, adică dimensiuni-

nile fiecăruia din cele 10 rînduri corespund distanței de la care orice literă din acel rînd trebuie să fie văzută sub un unghi de 5 minute. Deoarece literele cele mai mari au dimensiuni de zece ori mai mari, înseamnă că ele trebuie văzute de la o distanță de zece ori mai mare, adică de la 50 metri. De la 5 metri literele acestea se văd sub un unghi de zece ori mai mare și deci acuitatea vizuală este de zece ori mai mică, adică 0,1.

Monoyer introduce noțiunea zecimală în exprimarea acuității vizuale. În fracție numărătorul (d) reprezintă distanța la care este citit optotipul, iar numitorul (D), distanța la care poate fi citită litera rîndului respectiv de către un ochi emetrop. Acuitatea vizuală se exprimă prin formula $AV = \frac{d}{D}$. De exemplu dacă distanța la care subiectul citește optotipul este totdeauna aceeași, de 5 metri ($d=5$), iar rîndul care este citit are indicele din stînga 50 metri, adică este primul rînd ($D=50$), acuitatea vizuală va fi $1/10$. Dacă examinatul nu poate citi de la distanța de 5 metri primul rînd, îl apropiem de optotip pînă cînd reușește să citească primul rînd sau să recunoască degetele mîinii a căror grosime corespunde aproximativ cu primul rînd de la optotip. La 10 cm distanță, acuitatea vizuală va fi $1/500$. Sub această distanță se notează dacă subiectul percepe mișcările mîinii sau percepe lumina.

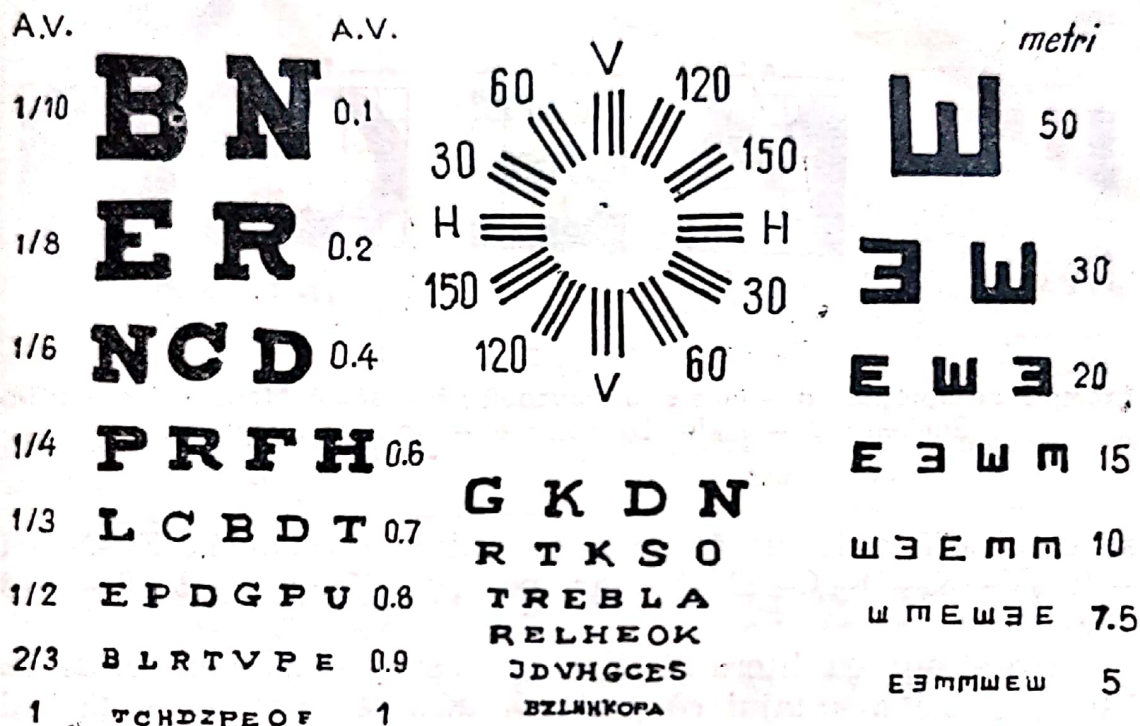
De menționat că gradarea zecimală a optotipului nu este corespunzătoare, privind rapoartele diferitelor acuități, deoarece variațiile de la nivelul rîndurilor superioare ($1/10$, $1/8$) sînt mai mici decît a celor inferioare ($3/10$, $2/10$), unde

Tabel 1

Sistem zecimal	Sistem metric	Unghi vizual
1,0	6/6	1,0
0,8	5/6	1,3
0,7	6/9	1,4
0,6	5/9	1,6
0,5	6/12	2,0
0,4	5/12	2,5
0,3	6/18	3,3
0,1	6/60	10,0

literele prezintă o diferență sensibilă. De aceea Ourgaud și Etienne recomandă utilizarea unor gradații logaritmice, mai apropiate de datele fiziologice, dar acestea nu au intrat în practica curentă. În tabelul 1 sînt prezentate comparativ valorile acuității vizuale exprimate în sistemul zecimal, logaritmice și după valoarea unghiului vizual.

Teste utilizate pentru determinarea acuității vizuale. Este important de a se cunoaște diferitele teste utilizate, deoarece acuitatea vizuală, măsurată cu diferite tabele, este



Optotip cu litere, standardizat — (Acuitate exprimată în sistemul metric și zecimal).

departe de a fi identică. Este necesar de a se utiliza teste simple, ușor de recunoscut. Fiecare test comportă o dimensiune caracteristică detaliului de recunoscut, raportul acestei dimensiuni față de distanța la care se găsește testul, dă diametrul aparent al detaliului. Se pot utiliza astfel linii, sau bare paralele alb-negre, ca mirele lui Foucault (fig. 3).

Optotipul cu litere (Monoyer) este relativ frecvent întrebuințat. Lectura literelor este facilă dar nu toate literele sînt ușor de recunoscut, fapt care poate introduce unele erori suplimentare (fig. 3).

Formele diferite ale caracterelor influențează recunoașterea lor. Se știe astfel că între litera „L” — cea mai ușor de recunoscut și litera „B” — cea mai greu de recunoscut, există o diferență de acuitate de 25%. Au importanță de asemenea, prezența trăsăturilor terminale transversale. O literă

cu trăsături transversale „N” este percepută mai greu decât litera simplă, aceasta din urmă supraestimând acuitatea vizuală de la 5—10%. Dificultatea de recunoaștere a literelor

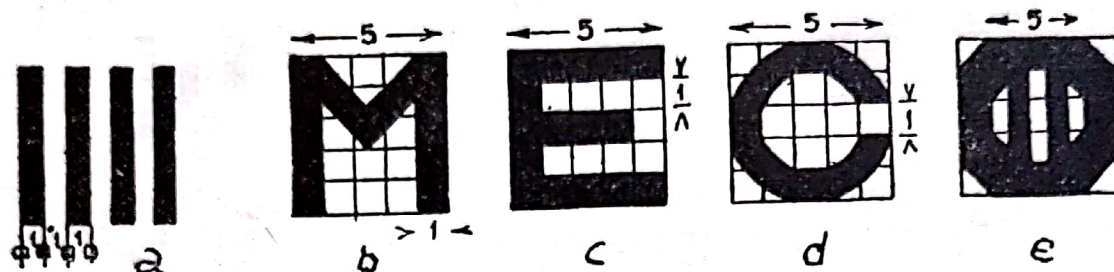


Fig. 3

Exemple de optotipi : a — mirele lui Foucault ; b — scara Monoyer ; c — scara Snellen ; d — inelul Landolt ; e — optotip octogonal.

se consideră a fi următoarea, în ordine crescândă : Z—N—H—R—V—K—D—C—O—S, iar pentru cifre : 7—4—6—2—3—5—8—9.

Optotipul cu litera E (Snellen) este asemănător celui cu litere și are avantajul că poate fi utilizat în diferite țări și pentru neștiutorii de carte. Reproducerea literei este ușoară și poate fi întrebuințat atât pentru vederea de departe cât și pentru aproape.

Optotipul cu inele întrerupte (Landolt) este reprezentat de un inel întrerupt, a cărui deschidere este egală cu grosimea. Diametrul exterior al inelului reprezintă de 5 ori deschiderea inelului, iar diametrul interior de 3 ori deschiderea. Inelul care dă acuitatea vizuală teoretic normală are valoare angulară de 5 minute în diametru și 1 minut deschidere. Criteriul discriminativ este orientarea deschiderii, care poate ocupa 8 poziții.

Inelul întrerupt al lui Landolt a fost aprobat oficial de Congresul de oftalmologie din 1909 ca standard științific al testării acuității vizuale. Cum însă în astigmatism deschiderea inelului poate să nu fie văzută într-o anumită poziție, există o variantă Ferree-Rand (fig. 4), care are 2 deschideri, cu aceleași dimensiuni, dispuse în unghi drept una față de cealaltă. Testul cu inelul dublu întrerupt are indicații mai ales la adulții analfabeți.

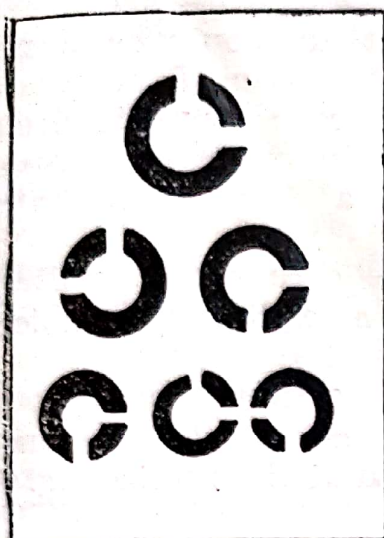


Fig. 4
Optotip cu inele Landolt
dublu întrerupte.

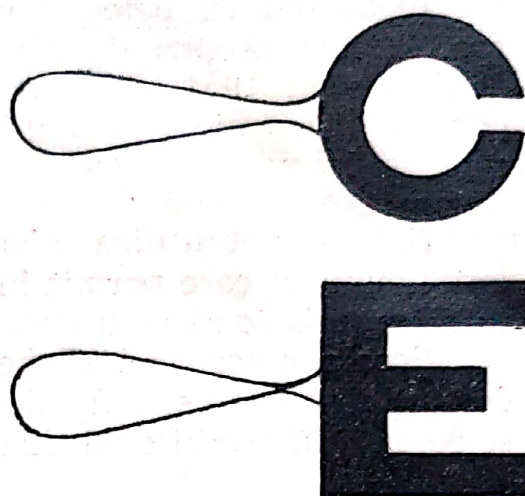


Fig. 5
Inelul lui Landolt și tridentul lui
Snellen de mână.

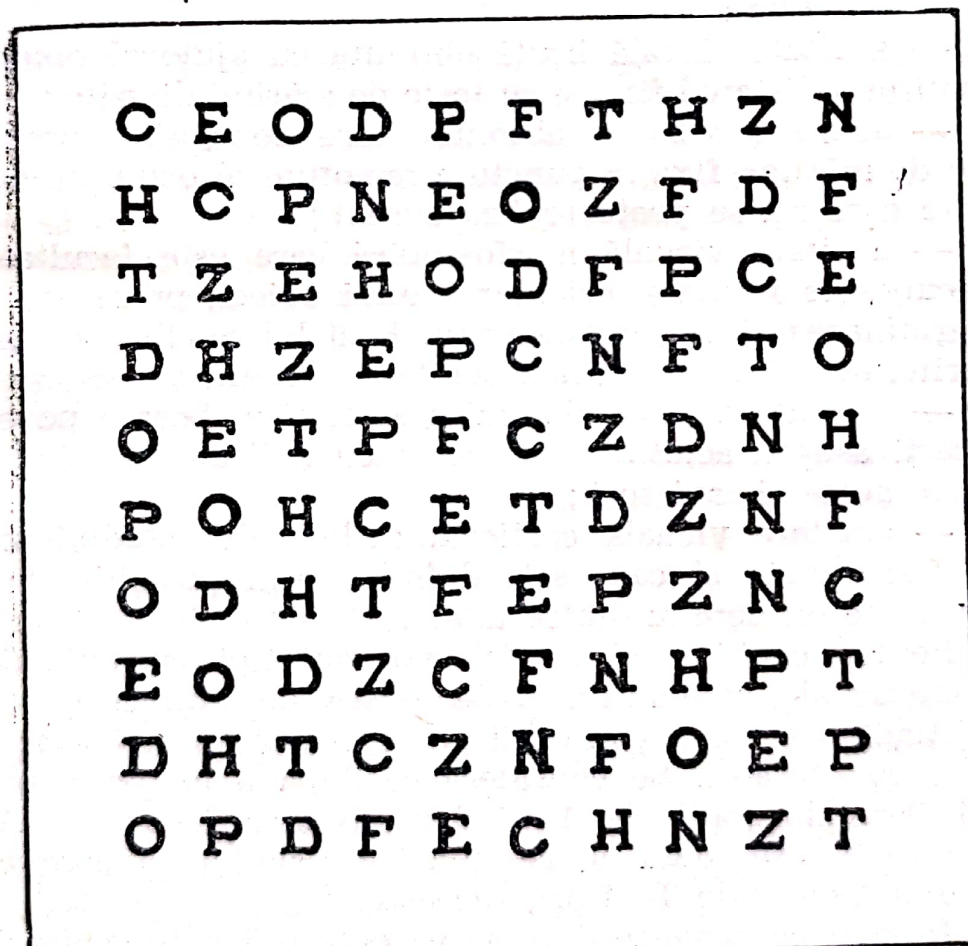


Fig. 6 Optotip cu litere ce nu pot fi memorate (după Lebensohn).

Optotipul cu octogon este traversat de două benzi negre. A fost propus de Organizația Internațională de Standardizare în 1954. Orientarea benzilor negre servește drept criteriu discriminativ. Faptul că se obțin cu el răspunsuri diferite la persoane cu mici ametropii, a făcut să nu intre în practica curentă.

Se mai pot utiliza mici instrumente care reproduc litera optotipului și care permit în general de a explica ușor subiectului ce trebuie să recunoască. (fig. 5).

Școala americană (Lebensohn, 1965) propune un optotip format din litere și cifre de aceeași mărime. Acuitatea vizuală se determină modificând distanța subiectului de optotip (fig. 6).

FORME DE ACUITATE VIZUALĂ

Acuitatea vizuală poate să difere în funcție de testul utilizat și deosebim :

- acuitate vizuală brută obținută cu ajutorul optotipilor, plasați la o distanță fixă și cu teste de mărimi diferite ;

- acuitate vizuală absolută care se obține prezentând teste de mărime fixă în punctum remotum al ochiului, eventualitate care nu se poate realiza curent ;

- acuitate vizuală morfoscopică care este facultatea de a recunoaște forma și orientarea unui obiect, prezentat izolat. Determinarea ei se face cu testul E al lui Snellen, de mărimi diferite, orientat diferit, la distanța de 5 metri ;

- acuitate vizuală dinamică și statică, bazate pe efectul mișcării asupra acuității vizuale și cu aplicabilitate la conducătorii auto și aviatori ;

- acuitate vizuală corticală dedusă din studiul ambliopiei funcționale și care este definită prin posibilitatea de a recunoaște un detaliu dintre altele.

Pentru copiii mici se folosesc optotipi cu animale sau obiecte uzuale, care sînt utile dar destul de imprecise.

Acuitatea vizuală la copii poate fi testată mai ușor la optotipii cu litera E. Se consideră că după o instruire preliminară, 96% din copii de 4 ani dau răspunsuri corecte. Acuitatea vizuală este dată de cel mai mic simbol la care copilul răspunde corect de 3—4 ori, succesiv.

În ceea ce privește iluminarea optotipilor deosebim :

- optotip luminat prin proiecție ;

— optotip luminat prin transparență.

Optotipul luminat prin proiecție este format din litere sau semne proiectate pe un ecran. Are inconvenientul că în cazul unei camere obscure, acuitatea vizuală este diminuată, iar în cazul unei camere luminate, luminajul ecranului diminuează contrastul dintre fond și litere.

Iluminarea optotipului poate fi diminuată progresiv cu ajutorul unui diafragm și examenul la pragul vizibilității pune mai ușor în evidență prezența unui astigmatism, al cărui ax îl sugerează cadranul astigmat proiectat pe optotip. De asemenea, suprapunerea unui test bicolor roșu-verde permite diagnosticul orientativ al tipului de anomalie de refracție și precizează exactitatea corecției optice. Aceasta bazat pe faptul că hipermetropii văd mai clar verdele și mai voalat roșu, iar miopii, invers.

Optotipul luminat prin transparență este cel mai întrebuintat. Luminajul trebuie să fie intens, de cel puțin 100 luși, realizat prin becuri de 100 wați. Trebuie să existe un contrast suficient între lumina fondului și aceea a testului. Luminajul trebuie să fie uniform și să nu oscileze mai mult de 10% dintr-un punct în altul al tabloului.

Standardizarea optotipilor. Conferința Internațională de Oftalmologie de la Budapesta din 1972 a recomandat următoarele norme pentru standardizarea optotipilor :

— acuitatea vizuală exprimată prin raportul $V=d/D$, d fiind distanța la care testul este citit și D distanța de la care se citesc cele mai mici semne sub un unghi de 5 minute. Pentru $d=D$ detaliul este văzut sub un unghi de 1 minut ;

— gradatia optotipilor se recomandă a se face în progresie logaritmică : 0,05, 0,06, 0,08, 0,1, 0,16, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,63, 0,8, 1, 1,25, 1,6, 2 ;

— ca etalon este luat inelul Landolt cu diametrul exterior de 5 minute și grosimea de 1 minut, care poate fi prezentat în 8 poziții de bază ;

— pentru litere, raportul grosime/lărgime/înălțime este 1/5/7. Nu se folosesc decât literele D, E, F, H, K, N, O, P, R, T, U, X, Z și cifrele 0, 2, 3, 4, 6, 7, 9 ;

— intensitatea luminoasă a fondului 150—670 cd/m² ;

— contrastul — intensitatea luminoasă a semnelor — nu poate depăși 10% din cea a fondului ;

— intensitatea luminoasă a camerei să fie, ca limite, de la 0,1 pînă la 1,25 de ori, față de cea a fondului optotipului.

Se mai folosesc uneori optotipi cu fondul dublu colorat: jumătate verde, jumătate roșu, care servesc pentru a verifica exactitatea corecției presonise, știut fiind că ochiul emetrop focalizează pentru lumina galbenă, iar radiațiile albastru-violet își formează focarul înaintea retinei, în timp ce radiațiile roșii focalizează înapoia retinei.

Acuitatea vizuală obiectivă. Goldmann determină acuitatea vizuală obiectivă prin apropierea în fața subiectului a unor imagini test, animate de mișcări pendulare regulate. Imaginile test sînt alcătuite din pătrate mici alb-negru de 1,15 mm, înscrise pe margine de o bandă cu pătrate mai mici. Deplasarea se face cu o mișcare de dus-întors de o secundă și jumătate. Se cere subiectului să denumească poziția plajelor în acest joc de pătrate. Desenul nu este perceput decît atunci cînd el egalizează sensibilitatea retiniană și aceasta se traduce prin mișcări involuntare ale globilor oculari, asemănătoare cu acelea din nistagmusul optocinetic. Pentru a nu fixa cadranul aparatului, ceea ce ar împiedica să apară nistagmusul, s-au adus diverse modificări. Testul nu a intrat însă în practica curentă.

Acuitatea vizuală stereoscopică. Poate fi determinată la un stereoproiector cu teste polaroide, echipat cu teste speciale care dau senzația de profunzime (4 puncte situate în planuri diferite). Notăția se face în scara zecimală și permite măsurarea acuității stereoscopice de la 0,1 la 1,4, calculată în funcție de deplasarea punctelor și unghiul stereoscopic.

Acuitatea vizuală de aproape. Pentru determinarea acuității vizuale la patul bolnavului ne servim de fragmente de texte, de diferite dimensiuni. Teoretic se poate utiliza un text care să fie prezentat la 33 cm, distanța obișnuită pentru citit, a cărei mărime este calculată în funcție de distanță și unghiul sub care sînt văzute literele $\left(\frac{0,33 \text{ m}}{5}\right)$. Aceste teste au fost realizate de Snellen dar nu au intrat în practica curentă. Cele mai utilizate sînt cele ale lui Parinaud, unde caracterele cele mai mici sînt văzute de la distanța de 25 cm sub un unghi de 15 secunde. Pentru aceste teste este necesar un

luminaj suficient și standardizat. Testul lui Freeman comportă un iluminaj încorporat în interiorul optotipului și este mult mai bun și mai complet deoarece utilizează teste multiple ca :

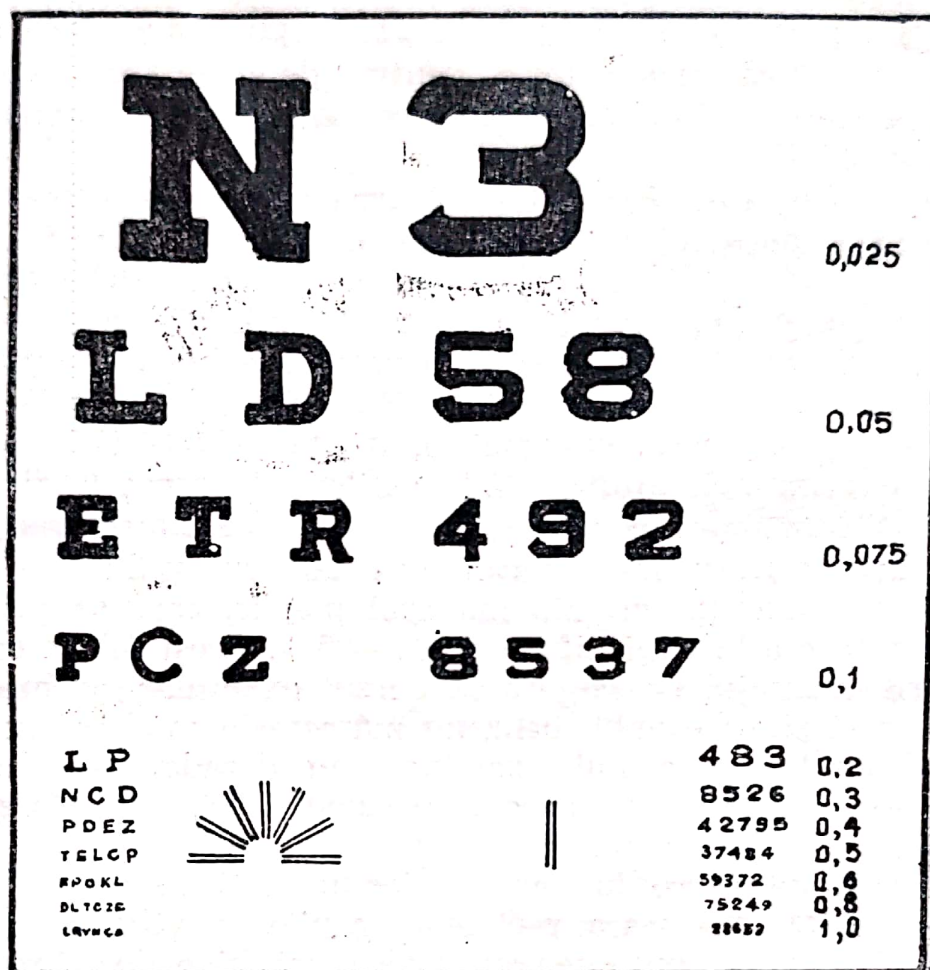


Fig. 7

Model de optotip pentru aproape cu test de acomodatie și astigmatism.

figuri geometrice, inele Landolt, un test bicromatic roșu-verde, un test în lumină polarizată, precum și teste pentru cercetarea vederii binoculare.

Exprimarea acuității vizuale de aproape se poate face după sistemul metric al lui Snellen, după notația Jaeger sau după sistemul standardizat cu puncte. Sistemul de notație cu puncte se referă la caracterul tipografic al literei sau cifrei, astfel la jumătate de punct corespunde litera cea mai mică care are

Înălțimea egală cu lățimea. Într-un test de 4 puncte litera mică are 0,7 mm înălțime. Acest test de 4 puncte corespunde cu notația Jaeger 1 iar în notația zecimală cu acuitatea de 0,8. Pentru acuitate vizuală 1 de aproape corespund 3 puncte și Jaeger 1+ ; pentru acuitate 0,12, 24 de puncte și Jaeger 14.

De notat că există teste pentru determinarea acuității vizuale a slab văzătorilor și ambliopilor, necesare pentru corecții speciale.

Tehnica de examinare. Examinarea se face în cameră luminoasă sau puțin obscură. Fiecare ochi este examinat separat, la început fără lentile de corecție, apoi cu lentile care să corecteze ametropia. Rama de probă trebuie să fie ușoară și reglabilă. Se verifică susținerea nazală și a brațelor, precum și orizontalitatea în raport cu fața. Pupilele trebuie să fie bine centrate față de centrul ramei. Distanța ochi-lentilă trebuie să fie determinată, atunci când lentilele depășesc 6 dioptrii.

Examinarea se începe cu ochiul care prezintă vederea mai slabă. Ochiul neexaminat va fi exclus prin utilizarea unui opercu semitransparent din material plastic, care să permită o transmitere a luminii difuze de 80—85%. Acest fel de excludere are avantajul că asigură în cursul examinării o luminositate egală pentru ambii ochi, nu mărește în mod reflex diametrul pupilar la ochiul examinat, nu dezadaptează ochiul exclus, iar acesta din urmă poate fi văzut și urmărit prin semitransparența operculului.

Rîndul de litere la care subiectul distinge corect toate literele arată, pe scara zecimală, acuitatea vizuală. Dacă subiectul înclină capul, pentru a vedea mai bine, deci are o vedere lateralizată, înseamnă că citește cu regiunea parafoveală.

VARIAȚII ALE ACUITĂȚII VIZUALE

Factori obiectivi

Forma geometrică a testului. Este necesar de a se utiliza teste de formă simplă și ușor de recunoscut. Fiecare test comportă o dimensiune caracteristică detaliului de recunoscut, iar raportul acestei dimensiuni la distanța la care se găsește testul dă diametrul aparent al detaliului.

Contrastul între test și fond. Acest contrast influențează acuitatea vizuală, modificând luminajul retinian la limitele imaginilor. La un contrast de 97% acuitatea vizuală este de

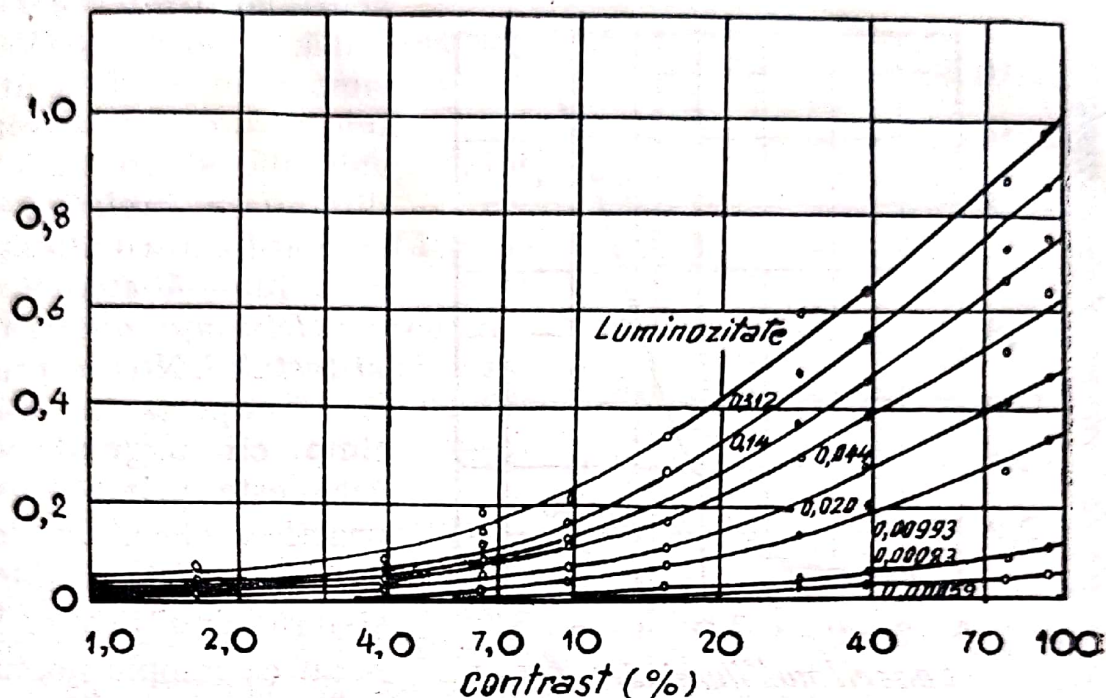


Fig. 8

Variații ale acuității vizuale în funcție de contrast pentru o serie de 8 străluciri (Conner și Ganoung).

1,013 ; la 96% este egală cu unitatea ; la 84% este de 0,972 ; la 34,4% este 0,8 ; la 5,3% este 0,38 (Ludvigh). Deci la un contrast mare acuitatea vizuală este puțin influențată, pentru ca la un contrast slab, acuitatea vizuală să diminueze foarte mult (fig. 8).

Illuminarea fondului. Acuitatea vizuală crește proporțional cu logaritmul intensității luminoase. După ebluisare, acuitatea vizuală se suprapune unei curbe de adaptare (fig. 9).

Intensitatea luminoasă a suprafețelor care înconjoară optotipul. Influențează acuitatea vizuală datorită fenomenelor de interacțiune spațială. Un luminaj învecinat prea intens diminuează contrastul dintre fond și litere, iar un luminaj prea slab, cum este examinarea în cameră obscură, diminuează acuitatea centrală. Existența unor surse luminoase secundare în câmpul vizual perturbă acuitatea vizuală, deoarece sînt cauza unor fenomene de ebluisare.

Culoarea luminii utilizate. A făcut obiectul a numeroase cercetări, acuitatea vizuală fiind diferită în funcție de culoarea folosită. După Hecht, albastrul dă acuitatea vizuală cea mai

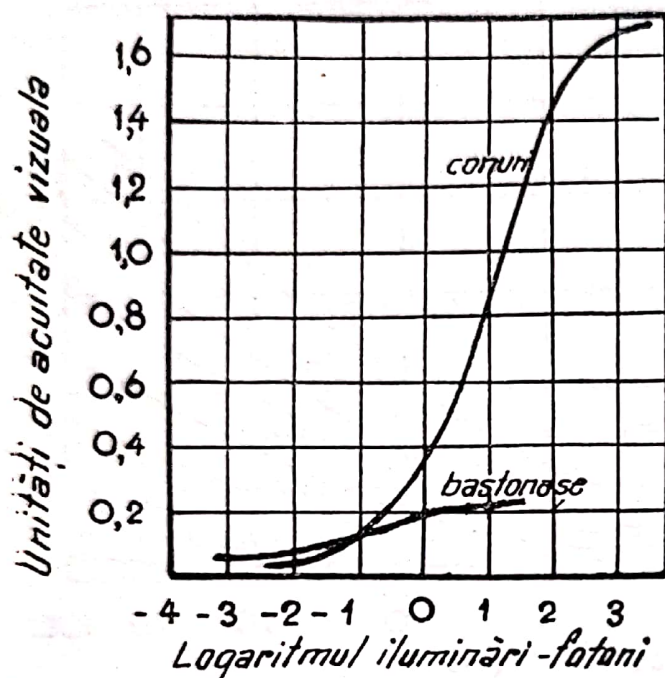


Fig. 9

Variații ale acuității vizuale în funcție de iluminare (după Hecht).

slabă iar roșu cea mai bună. François și Verriest determină acuitatea vizuală în lumină colorată și constată o diminuare relativă a acuității pentru albastru la o lumină atenuată.

Distanța observației testului. Nu are practic importanță atâta timp cât unghiul sub care este privit este practic același. Limitele de variație sînt minime și fără semnificație. De notat că miopia nocturnă apare mai evidentă în determinarea acuității vizuale pentru departe, iar presbiopia nocturnă în determinarea acuității vizuale pentru aproape. La noi se întrebuintează distanța de 5 metri. În țările anglo-saxone se întrebuintează distanța de 6 metri (20 picioare). O distanță mai mică declanșează acomodarea, egală în dioptrii cu inversul distanței în metri.

Factori subiectivi

Diametrul pupilar. Acuitatea vizuală este cu atît mai bună cu cît diametrul pupilar este mai mare. La un diametru pupilar de 1 mm acuitatea vizuală este 0,9 ; la 1,4 mm este 1,3 ; la 1,6 mm este 1,5 ; la 2,77 mm este 1,93 ; la 3,86 mm este 1,99 ; la 4,75 mm este 2 (Leibowitz). Acuitatea vizuală este mai scăzută atunci cînd diametrul pupilar este de 1 mm, așa cum este în glaucom sub pilocarpină, pentru toate intensitățile lu-

minoase. Atunci cînd diametrul pupilar este mai mare de 4 mm, acuitatea vizuală scade numai pentru intensități luminoase mici. Cea mai bună acuitate vizuală se obține la un diametru pupilar de 4 mm.

Topografia retiniană. În vederea diurnă, acuitatea vizuală maximă este între 0 și 30 minute și diminuează treptat spre periferie (fig. 1).

În vederea scotopică acuitatea vizuală optimă este între 4° și 12°. În vederea mezopică acuitatea vizuală este bună între 0° și 30°. După 30° acuitatea vizuală rămîne aproximativ aceeași, indiferent de iluminare. Diminuarea acuității vizuale este în funcție și de optotipul folosit. O prezentare mai lungă a testului crește acuitatea vizuală la periferie prin fenomenul de adaptare locală (fig. 10).

Vîrsta subiectului. Acuitatea vizuală la noul născut este 1/10; la 2 ani 5/10; la 3 ani 7/10; la 6 ani 6/10. Este un fenomen mai mult cortical, acuitatea vizuală scăzută fiind în funcție de maturarea insuficientă a celulelor nervoase.

Acuitatea vizuală diminuează cu vîrsta prin modificări pupilare, tulburări ale mediilor, îmbătrînirea celulelor retiniene.

Direcția fascicolului de lumină. Stiles și Crawford au arătat că un fascicol de lumină, care pătrunde în ochi prin centrul pupilei, provoacă o senzație mai puternică decît unul, prezentînd aceleași caractere fizice și care trece oblic prin pupilă, mai aproape de marginea pupilară. Aceasta nu se datorește unei absorbții mai mari de către mediile oculare ci da-

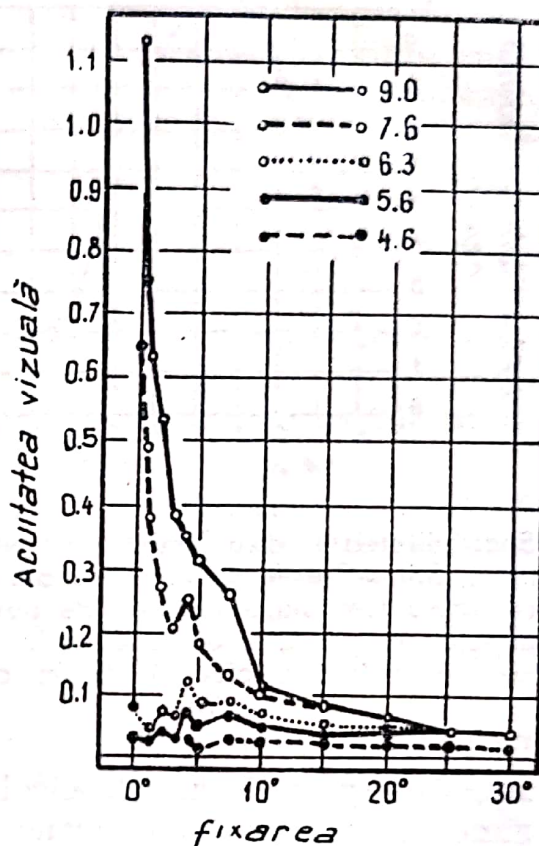


Fig. 10

Variații ale acuității vizuale în funcție de excentricitatea testului în lungul meridianului orizontal al retinei temporale la diferite intensități de iluminare de la 9–4,6 micro-microlambert (Mandelbaum și Sloan).

torită incidenței în raport cu poziția conurilor. Lumina care pătrunde oblic produce la nivelul conurilor o modificare fotochimică mai redusă (fig. 11).

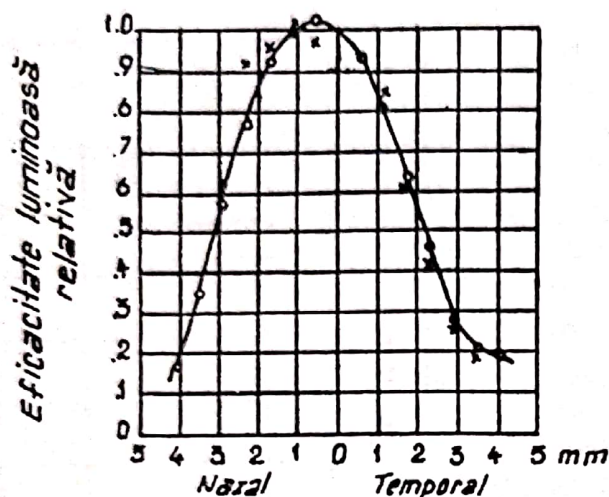


Fig. 11

Sensibilitatea direcțională a maculei. Efect Stiles-Crawford. Pe ordonată : eficacitatea luminoasă relativă. Pe abscisă : punctul de intrare al fascicolului luminos în milimetri, plecând de la centrul pupilei.

retină stimulată, un fascicol de lumină, de o anumită mărime și intensitate, provoacă o senzație vizuală abia perceptibilă; reducerea fie a mărimii, fie a intensității, îl face invizibil. Aceasta se cunoaște drept legea lui Ricco și se exprimă, pentru fovee, prin formula următoare :

$\sqrt{\text{pragul de intensitate} \times \text{diametrul angular al suprafeței retiniene}} = K$ ($K = \text{constant}$).

Această lege este valabilă pentru arii retiniene pînă la 2° și cu o excentricitate de maximum 35° . Pentru o suprafață retiniană mai mare de 2° , sumația spațială este parțială și pentru același efect liminar este nevoie de o intensitate mai mare, decît dacă sumația spațială este completă. Pentru ariile retiniene periferice se aplică legea lui Piper :

$\text{pragul de intensitate} \times \sqrt{\text{suprafața stimulată}} = K$ ($K = \text{constant}$).

Procesul de sumație.

În ceea ce privește stimularea retiniană, doi parametri au o importanță mai mare :

— suprafața retinei stimulate ;

— durata stimulilor.

Suprafața retinei stimulate este importantă deoarece mai mulți stimuli infraliminari pot deveni liminari, datorită fenomenului de convergență a fotoreceptorilor la o celulă ganglionară.

Cantitatea de lumină necesară pentru a stimula retina este constantă. Dacă ne referim la suprafața de

Durata stimulilor are o mare importanță. O stimulare liminară de scurtă durată trebuie să aibă o intensitate luminoasă mai mare decât o stimulare liminară de lungă durată. Stimularea de lungă durată poate fi considerată ca fiind constituită din stimulări succesive mai scurte, care își adăunează efectul. Pentru o perioadă pînă la 0,1 secunde, retina respectă legea Bunsen-Roscoe, aplicabilă reacțiilor fotosensibile în general :

$$\text{intensitate} \times \text{timp} = K \quad (K = \text{constant}).$$

Deci pentru producerea unui efect fotochimic dat, este necesară o cantitate constantă de energie, care poate fi realizată în anumite limite, fie prin modificarea intensității luminoase, fie prin schimbarea duratei sale.

În acest caz este o sumă temporală completă. Ea poate fi explicată pe bază fotochimică, deoarece factorul limitant pentru pragul luminos este absorbția unui număr de cuante suficiente pentru a declanșa o reacție fotochimică. După o oarecare durată absorbția unei a doua cuante de energie luminoasă nu se adăunează în întregime la efectul primei cuante absorbite. Suma temporală este parțială și legea Bunsen-Roscoe nu mai este valabilă.

Fenomenele de sumă spațială și temporală sînt condiționate de structura retinei. Suma temporală nu există în regiunea maculară, unde sînt relații monosinaptice între fotoreceptor—celulă bipolară—celulă ganglionară (fig. 12).

Din contra, convergența elementelor retiniene este mai pronunțată la periferie, unde deter-

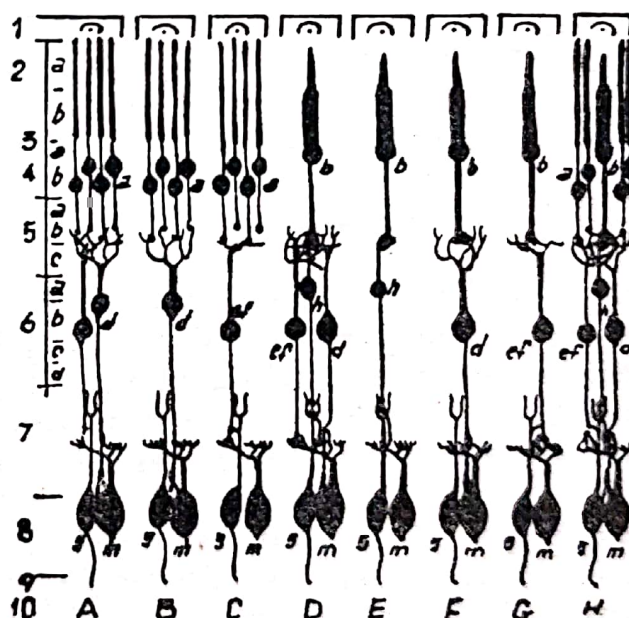


Fig. 12

Aspecte sinaptice retiniene : a — bastonaș; b — conuri ; h — bipolare monosinaptice ; s — ganglionare monosinaptice ; d, e, f — bipolare cu sinapse diferite (Polyak).

mină fenomene de sumăție spațială, fenomen ce caracterizează regiunile excentrice ale retinei.

Acuitatea vizuală binoculară. Acuitatea vizuală binoculară este superioară celei monoculare.

Tulburări ale acuității vizuale. Sînt date de toate afecțiunile care modifică transparența mediilor oculare (corneea, umoare apoasă, cristalin, corp vitros), de afecțiunile retinei, ale nervului optic, precum și de tulburările de refracție oculară.



II. REFRACTIA OCULARA

Refractia oculara este puterea de refringenta totala totala a ochiului; considerat ca un sistem optic, in dioptrii. In ochiul normal si in stare de repaus razele paralele venite de la infinit ce cad pe corneea converg pe retina. Retina se afla astfel in focarul principal al ochiului.

DATE ANATOMO-FIZIOLOGICE

Refractia globului ocular se poate defini prin patru parametri :

- lungimea axiala a globului ;
- raza de curbură a corneei ;
- refractia cristalinului ;
- profunzimea camerei anterioare.

Refractia oculara evolueaza in cursul cresterii dar toti parametrii pastreaza intre ei aceeași proportie. Astfel că in fiecare perioada a evolutiei, refractia globului ocular ramane cit mai aproape de normal.

Lungimea axiala a globului este la nastere de 17,8 mm, la 3 ani de 23,3 mm ; de la 3 la 15 ani lungimea globului creste cu 0,2 mm pe an pentru a ajunge la 25 mm la virsta adulta.

Raza de curbură a corneei creste de la 6,6 mm la nastere la 7,5 mm la un an ; dupa aceea ea creste foarte lent pentru a ajunge la 7,8 mm la adult.

Puterea de refractie a cristalinului scade de la 46,7 dioptrii la nastere la 22 dioptrii la adult. Cea mai mare scadere este in primii ani cind cristalinul se aplatiseaza iar puterea refringenta diminuea, in timp ce globul se alungeste. Intre 3 si 15 ani refractia cristalinului scade cu 1,5 dioptrii. Aplatizarea aceasta a cristalinului este compensata prin cresterea indicelui de refractie de la 1,4011 la 1,4059.

Profunzimea camerei anterioare este de 2,6 mm la naștere. Ea crește cu 0,15 mm între 3 și 15 ani.

Putem spune că între 3 și 15 ani globul ocular se alungește cu 1 mm iar refracția cristalinului scade cu 1,5 dioptrii și a corneei cu 1,5 dioptrii. Anomaliile de refracție sînt determinate de unele tulburări ale acestor mecanisme compensatorii.

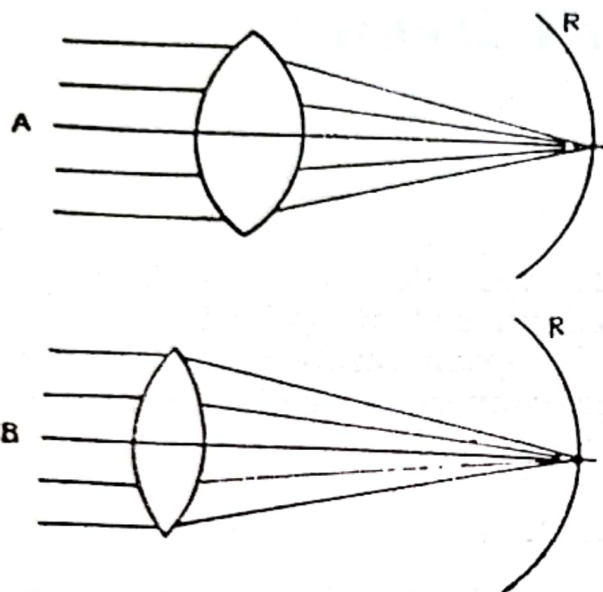


Fig. 13

Imaginea se formează pe retină fie că lungimea axială este mică dar refracția cristalinului este puternică (A), fie că lungimea axială este mare dar refracția cristalinului este mică (B).

gește cu 1 mm iar refracția cristalinului scade cu 1,5 dioptrii și a corneei cu 1,5 dioptrii. Anomaliile de refracție sînt determinate de unele tulburări ale acestor mecanisme compensatorii.

Elementele dioptrului ocular. Lumina întâlnește succesiv :

— dioptrul cornean anterior cu raza de curbură de 6,8 mm cu un indice de refracție de 1,33. Este un dioptru convergent care asigură partea cea mai importantă a refracției de 48,83 dioptrii (fig. 14) ;

— dioptrul cornean posterior este un dioptru diver-

gent de 5,88 dioptrii. Puterea dioptrului cornean este în medie de 42 dioptrii ;

— dioptrul cristalinian anterior, situat la 3,6 mm de dioptrul cornean anterior, cu raza de curbură de 10,2 mm în starea de repaus, plasat între umoarea apoasă și substanța cristaliniană cu indice de refracție de 1,42 ;

— dioptrul cristalinian posterior, situat la 4 mm de dioptrul cristalinian anterior, cu raza de curbură de 4,6 mm în stare de repaus.

Puterea dioptrului cristalinian total este de 22 dioptrii, variabilă în funcție de acomodare.

Metodele obiective pentru determinarea refracției oculare pot fi :

- globale, bazate pe oftalmoscopie și schiascopie ;
- parțiale, prin determinarea refracției corneene sau numai a feței sale anterioare (cheratometrie, oftalmometrie).

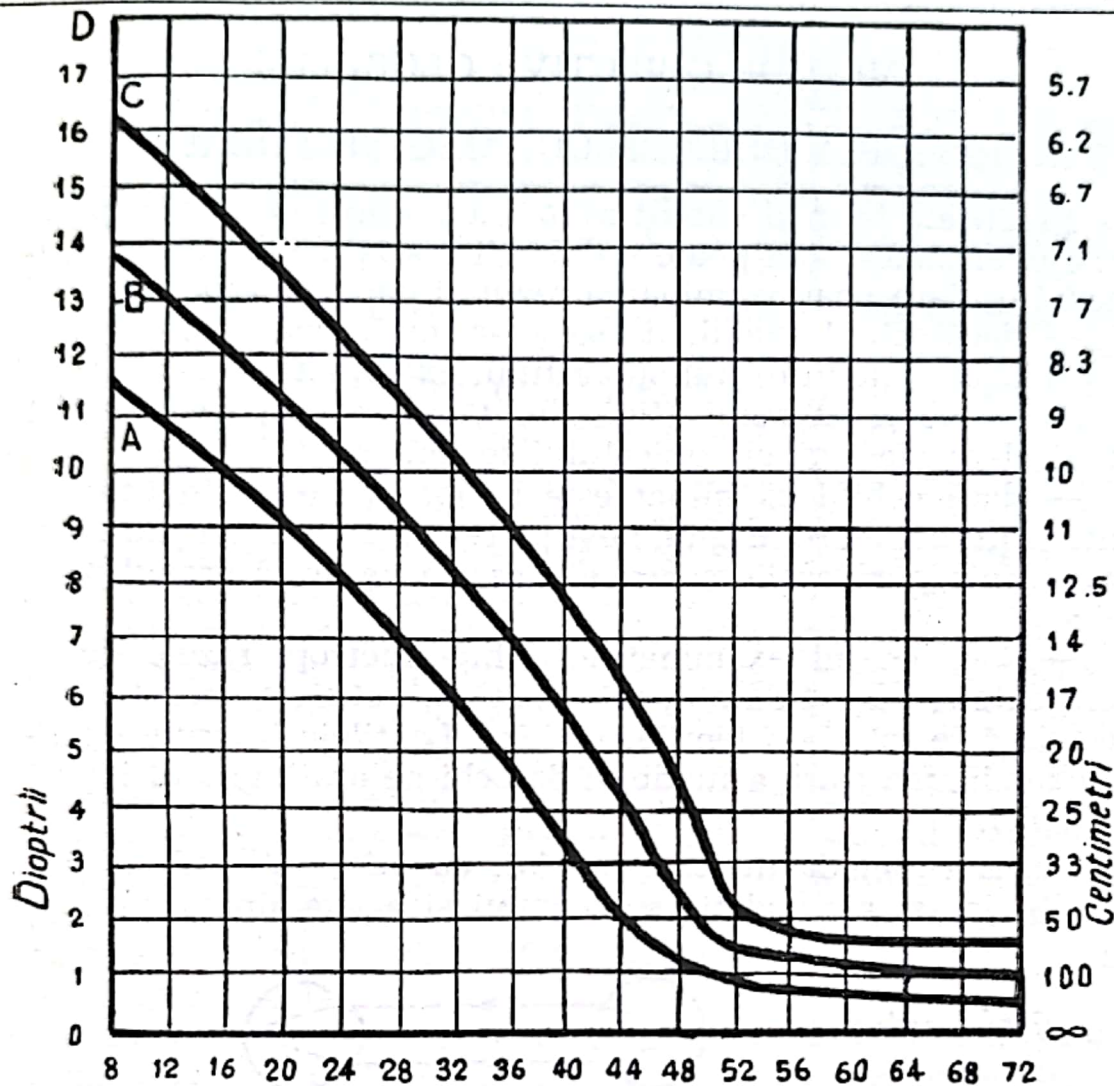


Fig. 14 A Variații ale acomodăției cu vârsta (în dioptrii și centimetri).
B ; valoarea medie ; AC limite de variație.

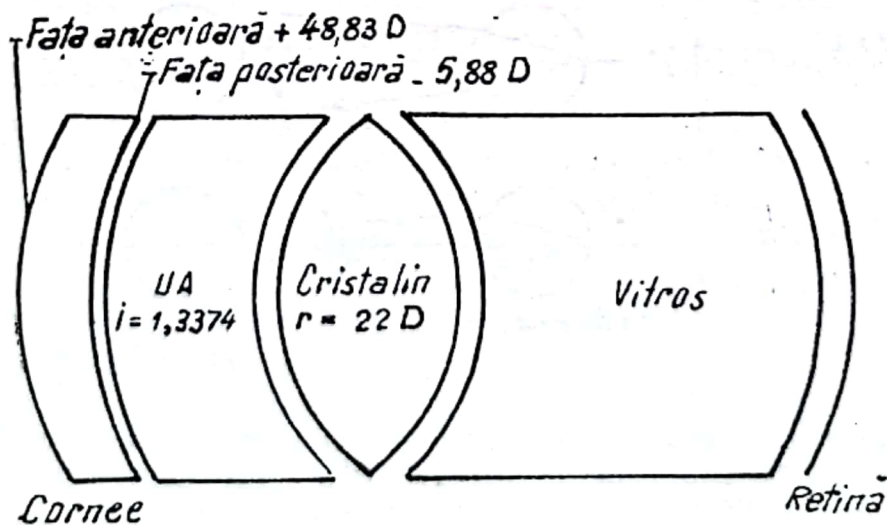


Fig. 14. Elementele sistemului convergent al ochiului

METODE OBIECTIVE GLOBALE

OFTALMOSCOPIA DIRECTĂ CU IMAGINE DREAPTĂ

Practicată în mod curent astăzi cu ajutorul oftalmoscopului electric, oftalmoscopia poate da relații aproximative asupra refracției oculare prin examinarea regiunii papilo-maculare :

— dacă ochiul examinat este emetrop, razele sînt paralele iar după refracție în ochiul subiectului examinat vin și converg pe retina observatorului (fig. 15). Observatorul vede astfel detalii clare ale retinei subiectului examinat ;

— dacă ochiul examinat este miop, razele devin convergente și nu pot da o imagine netă pe retina observatorului decît dacă se interpun lentile concave. Aceasta ne arată gradul mio-
piei ;

— dacă ochiul examinat este hipermetrop, razele devin divergente și nu pot da o imagine netă pe retina observatorului decît dacă se interpun lentile convexe. Lentilele interpuse pentru examinarea clară a fundului de ochi ne arată gradul hipermetropiei.

Această metodă nu este precisă, cu atît mai mult cu cît intră în joc și acomodatia subiectului și a examinatorului.

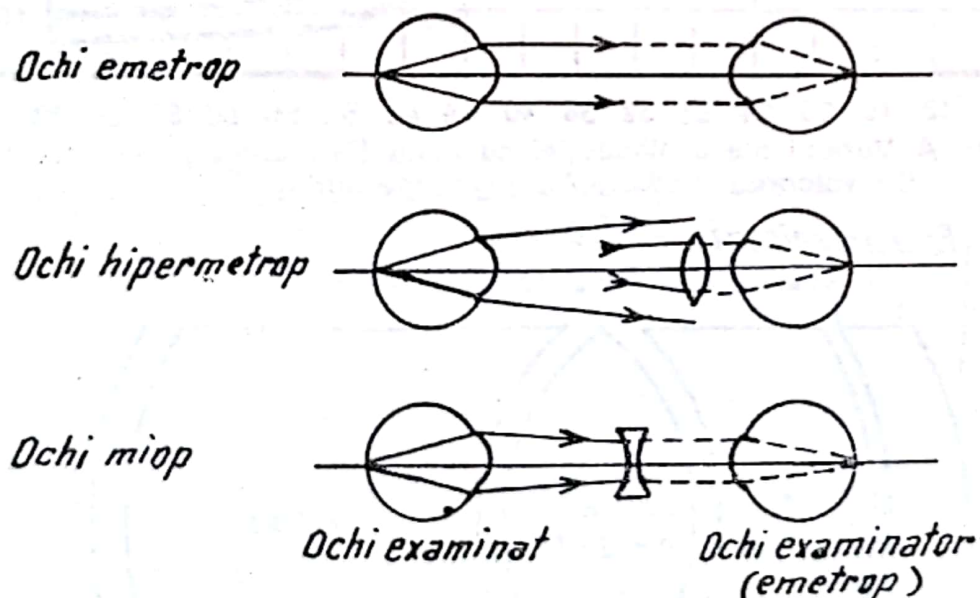


Fig. 15.

Determinarea refracției prin oftalmoscopie directă. În ochiul emetrop razele emergente sînt paralele, în cel hipermetrop sînt divergente, iar în cel miop sînt convergente.

SCHIASCOPIA

Este o metodă precisă pentru determinarea refracției oculare. Așa cum indică și numele este studiul umbrei pupilare. Descrisă prima dată de Cuignet în 1874 ea continuă să fie cea mai precisă metodă de determinare a refracției oculare.

Tehnică de examen. Cercetarea umbrei pupilare se face în camera obscură cu o oglindă plană sau concavă și o serie de lentile convexe și concave. Este bine de a ne servi de o oglindă plană și nu de una concavă, deoarece oglinda plană luminează mai puțin și pupila rămâne dilatată, câmpul pupilar este mai mare și umbra devine mai clară. Astfel toată expunerea schiascoției se referă la oglinda plană, pentru oglinda concavă formula fiind inversată.

Subiectul este așezat lateral și puțin înaintea sursei luminoase, astfel ca ochii săi să fie în penumbră. El privește departe în spatele observatorului. Examinatorul, așezat la distanța de 1 m de subiect, cu o oglindă plană așezată în fața ochiului său, proiectează pe ochiul subiectului lumina reflectată a sursei luminoase. Prin orificiul central al oglinzii, el vede pupila roșie și în jurul ochiului o zonă luminată circular proiectată de oglindă. Dacă se înclină oglinda, zona luminată circular se deplasează pe fața subiectului și apare o umbră în câmpul pupilar.

Principiul schiascoției. Imaginea sursei luminoase poate fi considerată ca un obiect luminos pentru examinator și dacă ochiul examinat este emetrop, imaginea acestui obiect se formează în punctum remotum, la infinit. Orice deplasare a fascicolului luminos incident, deci a imaginii retiniene din a_1 în a_2 antrenează o deplasare a fascicolului emergent din A_1 în A_2 , deci în același sens cu fascicolul incident (fig. 16).

Dacă ochiul este hipermetrop, imaginea retiniană pare a proveni din punctum remotum virtual situat în spatele retinei deci în a'_1 în a'_2 și deplasarea fascicolului emergent se face tot în același sens ca și fascicolul incident. Dacă ochiul este miop imaginea retiniană se formează în punctum remotum înaintea ochiului examinatorului. Cum examinatorul se află înapoia punctum-ului remotum, atunci deplasarea fascicolului emergent se face în sens invers față de fascicolul incident.

În hipermetropie și emetropie deci umbrele sînt directe; în miopie ele sînt inversate. Este un prim rezultat obținut.

dar imperfect, deoarece ne indică numai natura, nu și gradul ametropiei. Pentru a determina gradul ametropiei utilizăm o serie de lentile concave sau convexe.

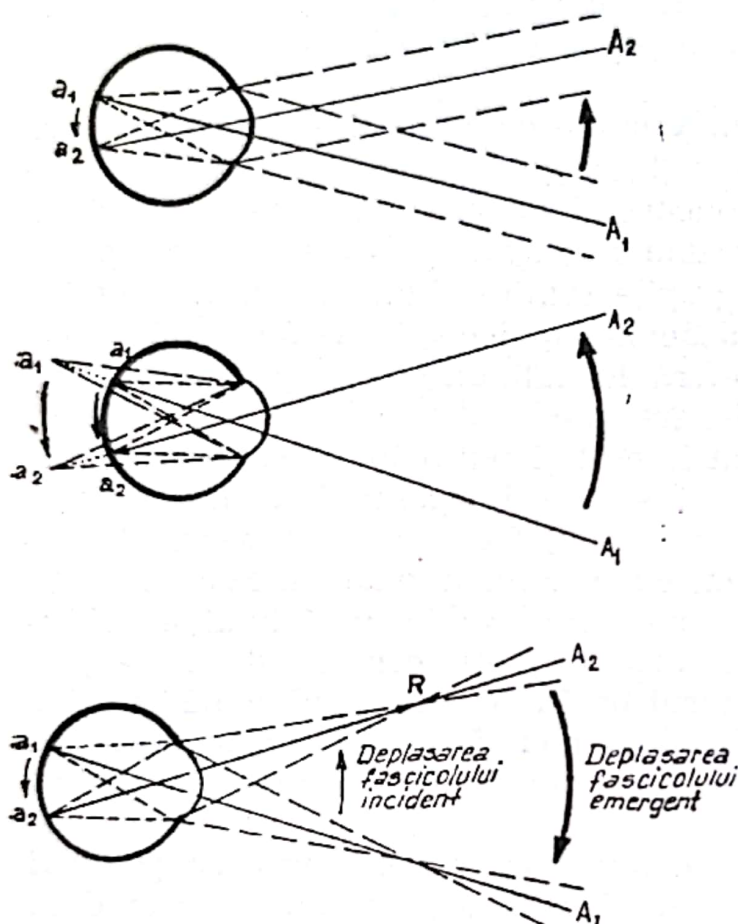


Fig. 16.

Principiul schiascopiei: 1 — ochi emetrop cu deplasarea fascicolului luminos incident din a_1 în a_2 și a fascicolului emergent din A_1 în A_2 ; 2 — ochi hipermetrop cu deplasarea fascicolului emergent în același sens; 3 — ochi miop cu deplasarea fascicolului emergent în sens invers.

Observatorul fiind așezat la un metru, dacă umbrele sînt directe, adică în același sens cu deplasarea oglinzii, meridianul observat este emetrop, hipermetrop sau miop mai puțin de o dioptrie. Dacă mersul umbrei este invers, meridianul observat este miop mai mult de o dioptrie. Putem înțelege mai bine acest lucru dacă vom spune că umbrele sînt inversate cînd observatorul are înaintea lui punctum remotum și sînt directe atunci cînd are în urma lui punctum remotum (fig. 17).

În miopia mai mult de o dioptrie, punctum remotum este sub un metru,

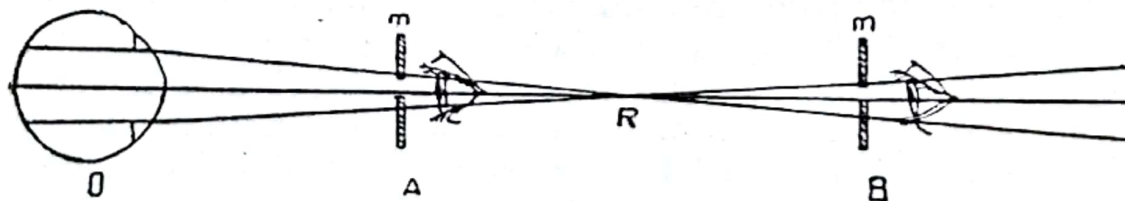


Fig. 17.

Principiul schiascopiei. O — ochiul examinat; A — observatorul prevăzut cu oglinda plană m; R — punctum remotum; B — examinatorul este în urma punctum-ului remotum.

deci înaintea examinatorului, între examinator și examinat. În miopii mai mici de o dioptrie, în emetropie și hipermetropie, punctum remotum este în spatele observatorului (fig. 17).

Deci în miopia mai mare de o dioptrie punctum remotum se află între examinator și examinat. Dacă examinatorul, efectuând schiascopia, se deplasează înainte spre examinat, umbrele rămân inversate atâta timp cât examinatorul este înaintea punctum-ului remotum pe traiectul razelor divergente. Ele devin din contra directe atunci când examinatorul se găsește înaintea punctum-ului remotum pe traiectul razelor convergente. Se poate deci determina astfel punctum remotum și indirect gradul miopiei. Astfel, dacă modificarea direcției umbrei se face la $1/2$ metru de subiect, punctum remotum este de $1/2$ metru, iar miopia este de 2 dioptrii. Dacă schimbarea umbrei se face la 1 m de subiect, punctum remotum este la 1 m iar miopia este de o dioptrie. Acest fapt ne explică de ce în schiascopia făcută la 1 m trebuie să creștem cu o dioptrie lentila concavă care dă umbrele directe. În sfârșit miopia mai mică de o dioptrie, are punctum remotum mai departe de 1 metru, dincolo de observator, care se află la 1 metru. Acesta se găsește deci înaintea punctum-ului remotum și el vede umbra pupilară directă cu toată existența unei miopii care se apropie de o dioptrie.

Interpretarea rezultatelor

Umbra este directă. Se aplică în fața subiectului lentile convexe începând cu lentila cea mai slabă. La schimbarea fiecărei lentile vom urmări mersul umbrei. Atât timp cât ea rămâne directă se continuă schimbarea lentilelor. La un moment dat umbra devine inversată. Atunci înseamnă că hipermetropul este supracorectat și că ochiul a devenit miop mai mult de 1 dioptrie. Lentila care a corectat și a măsurat hipermetropia a fost precedentă, mai puțin puternică cu o dioptrie decât lentila actuală. Hipermetropia este deci determinată de sticla convexă cea mai slabă care a inversat umbra pupilară din care se scade 1 dioptrie.

Umbra este inversată. Se aplică înaintea ochiului lentile concave începând cu cea mai slabă. La fiecare lentilă se urmărește mersul umbrei pupilare. Atât timp cât ea rămâne inversată se continuă schimbarea lentilelor. La un moment dat umbra devine directă. Ochiul a devenit miop mai puțin de

1 dioptrie decît lentila concavă care l-a făcut emetrop și după aceea hipermetrop. Lentila care corectează miopia, nu este deci prima lentilă care dă umbra directă, căci ea lasă încă o miopie ușoară. Lentila următoare mai puternică de 1 dioptrie, care face ochiul emetrop, produce corecția totală. Miopia este măsurată de lentila concavă cea mai slabă care modifică direcția umbrei pupilare și dă umbră directă la care se adaugă 1 dioptrie.

Astfel, dacă umbra este directă iar lentila convexă care schimbă umbra și o face inversă este de +4 dioptrii, ochiul este hipermetrop de +3 dioptrii. Dacă umbra este directă iar lentila convexă de +1 dioptrie dă umbra inversată, ochiul este emetrop. Dacă umbra este inversată iar lentila concavă de -3 dioptrii schimbă umbra în directă, miopia este -4.

Determinarea astigmatismului. Umbra pupilară permite de a determina și a măsura și astigmatismul și direcția meridianelor principale.

Atunci cînd efectuăm schiascopia unui ochi emetrop, hipermetrop sau miop, umbra apare cu aceleași caractere, formă și intensitate în toate meridianele explorate. În astigmatism, aspectul și mersul umbrei diferă după meridianul explorat. Dacă explorarea nu se face în unul din meridianele principale, umbra este deformată și deplasarea sa este lipsită de precizie. Trebuie atunci să explorăm alte meridiane, pînă ce mersul umbrei devine net și atunci sîntem într-unul din meridianele principale. Măsurarea acestor ametropii se face cu lentile sferice ca și în ametropiile sferice, în cele două meridiane perpendiculare. Diferența între cele două meridiane dă gradul astigmatismului. Dacă primul meridian este hipermetrop de +3 dioptrii, iar al doilea hipermetrop de +5 dioptrii astigmatismul este de 2 dioptrii. Schiascopia deci ne arată direcția, natura și refracția în meridianele principale ale ochiului astigmat.

Avantajele schiascopiei. Datele furnizate prin schiascopia sînt precise cu o aproximație de $\pm 0,5$ dioptrii. Ele ne dau exact starea refracției oculare, suficientă pentru o corecție optică. Are avantajul de a fi o metodă obiectivă, ușor de efectuat, fără a mai fi nevoie să recurgem la date subiective furnizate de către bolnav.

Cauze de erori :

- pupila strinsă face ca examenul să fie dificil. Se instilcăză pentru aceasta un midriatic ușor ;
- acomodăția subiectului nu dispare fără cicloplegice și dă erori importante mai ales la copii ;
- unele neregularități ale corneei dau pete difuze sau centrale ;
- cheratoconul dă o umbră deformată care se învîrtește în jurul unui punct central ;
- opacifierile cristaliniene modifică rezultatele. Miopia cristaliniană poate da și ea erori de interpretare ;
- în ametropii mai mari, mai ales în miopii mari metoda nu mai este precisă.

CILINDRUL ÎNCRUCIȘAT AL LUI JACKSON

În 1886 Edward Jackson indică cilindrul încrucișat pentru determinarea refracției subiective, precizia corecției cilindrice și poziției axiale. De menționat că în țările anglo-saxone se folosește aproape exclusiv acest mijloc simplu în examenul ochiului astigmat.

Aparatul. Comportă doi cilindri de valoare egală dar de sens contrar, unul convex, altul concav, ale căror axe sînt orientate perpendicular unul pe celălalt. Două linii, una albă și alta roșie plasate pe sticlă indică axul fiecărui cilindru. Mînerul este astfel dispus pentru ca direcția lui să fie bisectoarea unghiului drept format de axele celor doi cilindri componenți. Direcția acestui mîner ne indică și axul rezultantei sfero-cilindrice pe care îl prezintă cilindrul încrucișat. Cilindrul încrucișat este de grad diferit de $\pm 0,25$ și $\pm 0,50$. În țările anglo-saxone sînt utilizate și gradații intermediare de $\pm 0,125$, $\pm 0,375$, ± 1 .

Principiul de utilizare. Din teoria lentilelor cilindrice cu axe oblice rezultă că o combinație bicilindrică oarecare poate fi înlocuită printr-o combinație sfero-cilindrică a cărei valoare depinde de unghiul de încrucișare a celor doi cilindri componenți. Cînd unghiul format este 0° , adică axele sînt complet paralele, atunci un cilindru îl neutralizează complet pe celălalt, iar valoarea lentilei este zero dioptrii. Cu cît unghiul devine mai mare cu atît neutralizarea scade. Dacă unghiul este de 90° ,



atunci valoarea dioptrică a componentei sferice este egală cu valoarea cilindrului încrucișat iar valoarea dioptrică a componentei cilindrice de sens contrar este dublă.



Fig. 18.
Cilindrul încrucișat Jackson.

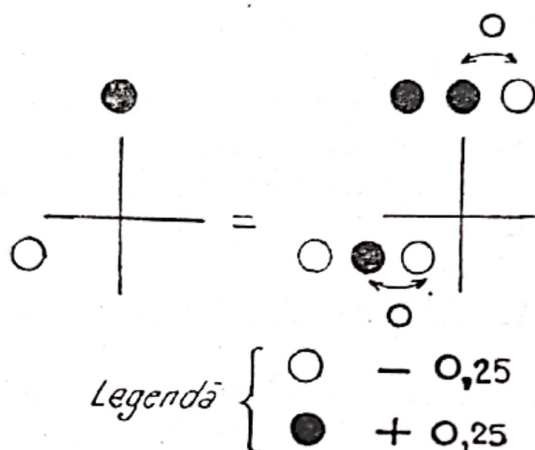


Fig. 19.
Echivalența sfero-cilindrică a cilindrului încrucișat (după Brecher).

Putem imprima cilindrului două feluri de mișcări :

- fie de rotație în plan frontal, astfel că axele cilindrilor pot prezenta toate direcțiile de la 0° la 180° ;
- fie de a imprima mânerului mișcări de răsucire de 180° în așa fel ca fața anterioară să devină posterioară. Deoarece mânerul este un ax de simetrie pentru cei doi cilindri se produce o interversiune a poziției axelor lor.

Combinațiile optice rezultate vor fi următoarele pentru cilindrul încrucișat de $\pm 0,25$ dioptrii :

- dacă vom plasa axul cilindrului convex orizontal (poziția I) formula bicilindrică va fi $(90^\circ - 0,25) (0^\circ + 0,25)$ sau în formula sferocilindrică : $(90^\circ - 0,50) + 0,25$; sau $(0^\circ + 0,50) - 0,25$;

- după răsucirea mânerului la 180° (poziția II), axul cilindrului concav devine orizontal și axul cilindrului convex vertical. Formula bicilindrică va fi în această poziție $(90^\circ + 0,25) (0^\circ + 0,25)$ sau în formula sfero-cilindrică : $(0^\circ - 0,50) + 0,25$ sau $(90^\circ + 0,50) - 0,25$.

Cilindrii încrucișați atunci cînd sînt suprapuși peste lentila de corecție creează prin răsucire cu 180° cele două poziții diametral opuse. În ambele poziții se produc în ochiul celui examinat modificări de refracție simetrice însă complet opuse, astfel că în prima poziție ochiul devine mai hipermetrop într-un meridian și în același grad mai miop în meridianul perpendicular, iar în poziția II se întîmplă invers.

Putem utiliza cilindrii încrucișați în trei situații :

— pentru a ne asigura că un ochi este emetrop sau a fost corectat emetrop ;

— pentru a determina puterea unui cilindru corector ;

— pentru a determina axul cilindrului corector.

Pentru a ne asigura că un ochi este emetrop sau a fost corijat emetrop. Dacă vom aplica cilindrii încrucișați în fața unui ochi emetrop va apare un astigmatism mixt cu două focare, unul de o parte și celălalt de cealaltă parte a retinei și la egală distanță de ea. Pe retină

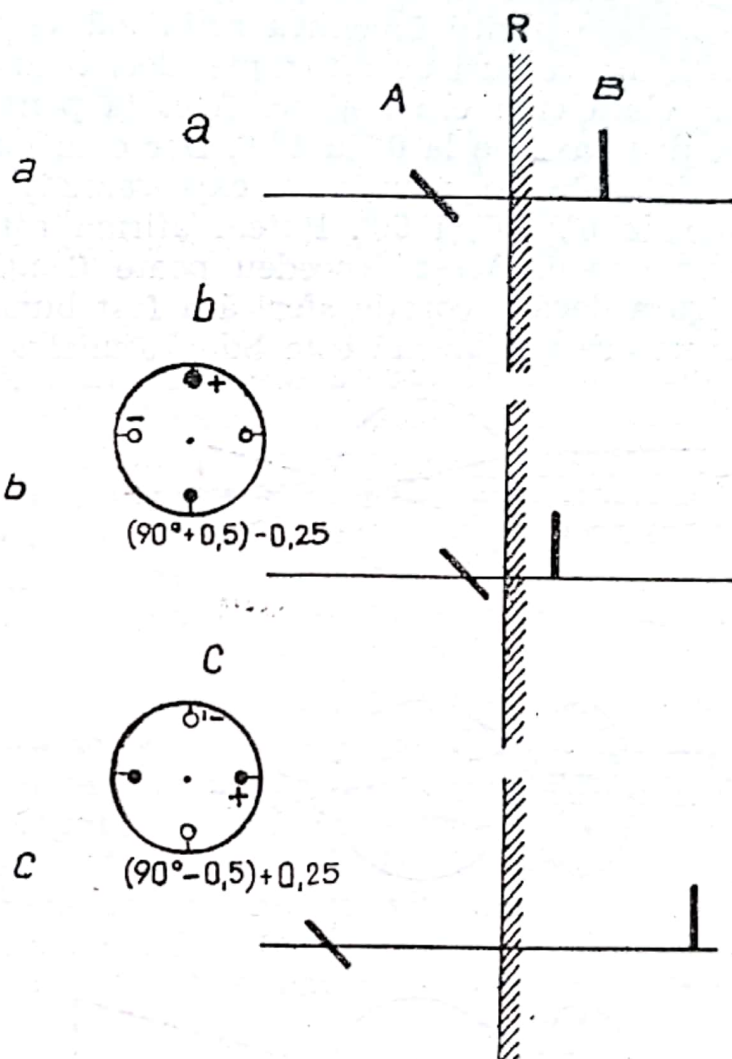


Fig. 20.

Modul de acțiune a cilindrului încrucișat (după Sarau, Roussellie, Coscas) : a — astigmatism mixt direct ; A — focar anterior ; B — focar posterior ; b — cilindru + în poziție verticală apropie focarul posterior de retină (+0,50-0,25) și apropie și focarul anterior (-0,25). Deci este ameliorare ; c — cilindrul - în poziție verticală îndepărtează focarul posterior (-0,50 +0,25) în urma retinei și îl depărtează pe cel anterior înainte (+0,25). Este deci o agravare.

se produce un cerc de difuziune. În poziția I va da meridianul vertical miop de $-0,25$ dioptrii și cel orizontal hipermetrop de $+0,25$ dioptrii. Vom avea un astigmatism mixt, direct al cărui focar anterior va fi orizontal iar cel posterior vertical.

În poziția II se va produce un astigmatism mixt invers. În ambele poziții imaginea retiniană va fi asemănătoare, formată din cercuri de difuziune, deci o imagine neclară față de una clară cum era înainte. Aceasta pentru toate direcțiile celor două axe de la 0° la 180° . Dar cum nu putem explora toate meridianele ne menținem explorarea în meridianele principale de 0° , 30° și 60° . Putem afirma astfel că ochiul nu are astigmatism. Acest procedeu poate fi utilizat și pentru a ne asigura dacă o coreție sferică a fost bună. Astfel, dacă lentila corectoare subiacentă este bună atunci suprapunerea cilindru-

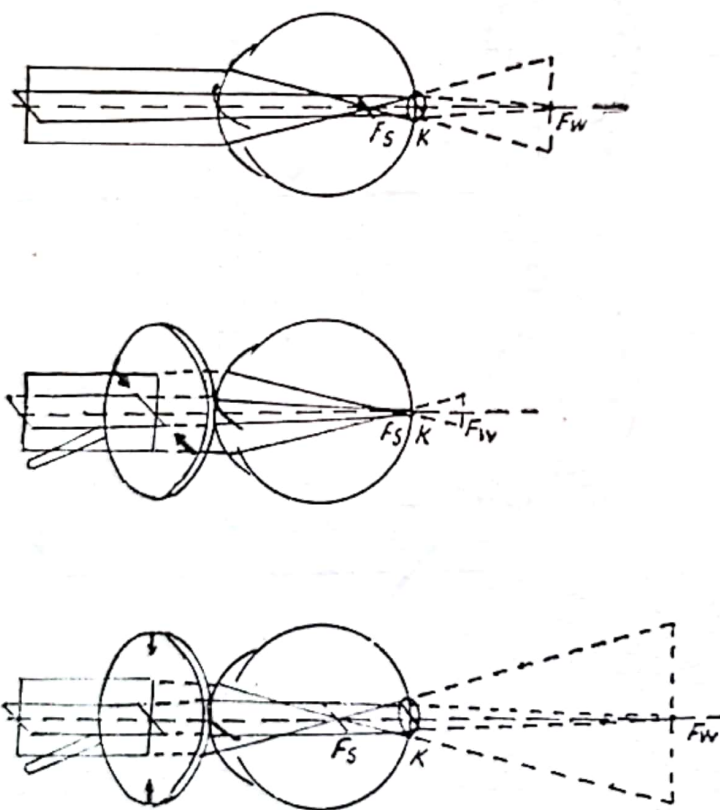


Fig. 21.

Situația focarelor F_w și F_s în astigmatismul mixt: a — imagine neclară înainte de aplicarea cilindrilor; b — corecție parțială cu cilindri încrucișați, poziția I; c — plasarea cilindrilor încrucișați în poziția II determină o diminuare a acuității vizuale.

lui încrucișat și răsucirea lui în cele două poziții va crea două imagini diferite având focare distanțate simetric de o parte și de alta a retinei și subiectul va vedea mai neclar decât fără cilindri încrucișați. Dacă lentila cilindrică din corecția de bază nu este bună, atunci se vor produce în cele două poziții două imagini diferite nesimetrice. Una va fi mai aproape de valoarea dioptrică și subiectul va vedea mai puțin confuz, iar a doua va apare mult mai ștearsă, difuză (fig. 21 c).

Un alt mod de a proceda este ca subiectul să fixeze două cruci perpendiculare. Dacă ele sînt la fel de neclar văzute prin interpoziția cilindrilor încrucișați, ochiul este emetrop căci cele două focare sînt la egală distanță de retină. Acest procedeu îl putem utiliza pentru a ne asigura dacă corecția este bună. Dacă una din linii este văzută mai neagră decît cealaltă atunci ochiul este miop sau hipermetrop prin eroare de corecție sferică. Dacă linia paralelă la axul cilindrului concav este mai neagră atunci ochiul este miop. Vom crește deci lentila concavă sau vom diminua lentila convexă. Dacă linia paralelă la axul cilindrului convex este mai neagră, ochiul este hipermetrop. Vom crește lentila convexă sau vom diminua lentila concavă.

Determinarea puterii dioptrice a lentilei sfero-cilindrice din corecția de bază. Subiectul este așezat la 5 m înaintea optotipului, fiecare ochi fiind examinat separat. În rama ochelarului este așezată combinația sfero-cilindrică care corijează aproximativ ametropia. Subiectul privește rîndul cu acuitate vizuală maximă adică cel mai mic pe care-l vede clar. Se aplică în fața ochiului cilindrul încrucișat cu axa la 180° . Este suficient de a determina acuitatea vizuală în patru poziții diferite :

— astigmatismul orizontal se corectează cu un cilindru concav cu axa 0° ; dacă se obține o corecție a acuității vizuale introducem în ramă o lentilă cu valoare corespunzătoare cilindrului folosit. Exemplu : valoarea cilindrului încrucișat de $\pm 0,25$ cu axa 0° este $(0^\circ - 0,50) + 0,25$. Dacă această combinație determină o ameliorare a acuității vizuale trebuie efectuată o corecție sferică de $+0,25$ (de la $+3$ la $+3,25$ sau de la $-1,5$ la $-1,25$) și aplicată o lentilă cilindrică de $-0,5$ în ax de 0° ;

— dacă cilindrul încrucișat cu axa 0° nu ameliorează acuitatea vizuală, subiectul nu are astigmatism orizontal. Inversăm cilindrul, astfel că axa este la 90° . Dacă ochiul are un astigmatism vertical invers se obține acum ameliorarea acuității vizuale. Valoarea cilindrului în ax de 90° este $(90^\circ - 0,50) + 0,25$;

— dacă nici una din aceste două poziții axiale ale cilindrilor încrucișați nu ameliorează acuitatea vizuală cercetăm axele oblice de 45° și respectiv 135° după inversare. Dacă se



obține ameliorarea acuității vizuale în acest mod, corectăm corespunzător combinația în lentila de probă ;

— dacă nici una din pozițiile testate ale cilindrilor încrucișați nu determină o îmbunătățire a acuității vizuale ochiul examinat nu este astigmat.

Examinarea cu ajutorul cilindrilor încrucișați poate fi laborioasă din cauza răspunsurilor nesigure ale subiectului în cazul unui astigmatism mai mare. De aceea se recomandă să recurgem în prealabil la o metodă obiectivă de determinare a refracției.

Determinarea axului cilindrului corector. Este utilizarea cea mai simplă și cea mai precisă. Mînerul cilindrului încrucișat se află acum așezat înaintea axului cilindrului corector. Răsucirea în cele două poziții trebuie să se facă cu grijă de a menține poziția de meridian a mînerului nemodificată, ceea ce impune o mai mare atenție din partea examinatorului. Rotim axul mînerului cu 180° și solicităm subiectului să analizeze senzațiile sale vizuale în cele două poziții și a preciza în care poziție litera fixată se vede mai puțin neclar. Aceasta deoarece cilindrul încrucișat în cele două poziții nu ameliorază acuitatea vizuală dată prin corecție. În poziția cilindrului încrucișat unde acuitatea vizuală este mai puțin neclară, înclinăm axul cilindrului corector spre axul cilindrului încrucișat de același semn. Astfel, dacă cilindrul corector este concav se înclină spre axul concav al cilindrului încrucișat și invers. Se înclină axul cilindrului corector cu 5° aproximativ și se reîncepe proba pînă în momentul cînd cele două imagini sînt văzute la fel de neclar. În acest moment axul cilindrului corector este în cea mai bună poziție. Exemplu : în rama de probă este combinația sfero-cilindrică $(90^\circ - 0,50) + 0,25$. Se aplică mînerul cilindrilor încrucișați la 90° . Poziția I : axul concav este la 45° ; după rotire în poziția II axul cilindrului concav este la 135° . Dacă în ambele poziții este o egalizare a celor două vederi axul cilindrului corector este bine plasat la 90° . Dacă subiectul afirmă că în poziția II vede mai neclar ca în poziția I se va înclina axul cilindrului corector care este concav spre axul concav al cilindrului încrucișat în poziția II, deci spre dreapta bolnavului la 95° . Se reîncepe proba punînd de această dată mînerul cilindrului la 95° . Dacă de data aceasta este o egalizare în ambele poziții atunci axul cilindrului corector trebuie pus la 95° . Dacă nu, se va conti-

nua cu înclinarea axului și se repetă pînă ce survine egalizarea vederii în cele două poziții ale cilindrului încrucișat.

Utilizarea cilindrului încrucișat este o metodă subiectivă care permite de a afla dacă ochiul examinat este emetrop sau astigmat și în acest caz de a determina puterea cilindrului și sensul său. Ca toate metodele subiective ea depinde de puterea de concentrare și de atenția subiectului. Dacă subiectul este capabil să deceleze diferențele între cele două imagini neclare, proba este ușoară. Dacă nu, este mai bine de a nu insista. Cilindrul încrucișat nu înlocuiește mijloacele clasice de determinare a corecției ci servește ca test adjuvant pentru a determina dacă o corecție stabilită este bună sau nu. Examinarea refracției este mult ușurată dacă înainte se face o determinare obiectivă a refracției.

CILINDRUL ASTI-TEST

Compensatorul cilindric asti-test este alcătuit din două lentile cilindrice ± 2 dioptrii care se deplasează prin rotații una față de alta sub un unghi variabil de la $0-90^\circ$. Astfel, suprapunerea axelor celor două lentile duce la anihilarea reciprocă a valorii lor ($|_{-2}^{+2}$). Atunci cînd unghiul format între axele celor două lentile este de 90° valoarea lentilelor este de 4 dioptrii ($|_{-2}^{+2} - 2$). Suprapunerea cilindrilor sub un unghi cuprins între 0 și 90° dă valori de la 0 la 4 dioptrii. Fiecare grad de deplasare corespunde la $4/90$ din valoarea dioptrică. Deci pentru 45° valoarea asti-testului va fi de 2 dioptrii ($|_{-1}^{+1} - 1$). adică $45 \times 4/90$.

Axul cilindrului concav este însemnat pe cadranul fix printr-o linie gravată în negru, acesta fiind identic cu axul asti-testului. Axul cilindrului convex este dat de perpendiculara pe axul concav. Pe cadrul mobil al asti-testului este reprezentată valoarea dioptrică a acestuia. Între cele două axe este situat mînerul asti-testului prin rotirea căruia se efectuează rotirea cilindrilor.

La fiecare diviziune corespunde același număr de dioptrii:

$$1 = 1D(|_{-0,5}^{+0,5} - 0,5); \quad 2 = 2D(|_{-1}^{+1} - 1); \quad 3 = 3D(|_{-1,5}^{+1,5} - 1,5); \quad 4 = 4D(|_{-2}^{+2} - 2).$$

În vederea prescrierii corecției cilindrice se procedează ca și cu cilindrul încrucișat. Exemplu: subiectul acceptă corecția cu asti-test 2 ax 90° ($|_{-2}^{+1} - 2$) ceea ce înseamnă că prezintă



un astigmatism mixt vertical de $+1\text{ D}$ și orizontal de -1 D . Se va prescrie : lentilă cilindrică convexă de $+1\text{ D}$ ax 0° combinat cu lentilă cilindrică concavă de -1 D ax 90° sau o lentilă sferică convexă de $+1\text{ D}$ combinată cu o lentilă cilindrică concavă de -2 D în ax de 90° . Asti-testul scurtează timpul de examinare și suprimă fenomenul de astenopie acomodativă care se produce la corecția cu lentile cilindrice și deci nu mai necesită în prealabil atropinizare.

REFRACTOMETRIA

Refractometrul sau optometrul este un aparat destinat a determina obiectiv starea de refracție a ochiului. De menționat că în determinarea refracției oculare nu există un aparat mai precis care să poată înlocui schiascopia.

Principiul. Refractometrul este bazat pe principiul oftalmoscopiei indirecte : proiectarea unui test pe retina subiectului de examinat se reflectă, iar aparatul permite studiul fascicolului reflectat care diferă în funcție de ametropia subiectului. Este atunci posibil de a se compara testul utilizat cu imaginea lui reflectată. Rezultatele sînt influențate de acomodarea subiectului. Pentru aceasta se recomandă utilizarea cicloplegicelor în special la copii.

Aparatura. Cele mai multe refractometre ca refractometrul Hartinger (Zeiss), refractometrul Thorner (Bush) sau cel fabricat de Rodenstock utilizează jumătate din pupilă pentru proiecția testului, cealaltă jumătate fiind întrebuintată pentru observație. Retinofocometrul conceput de Arnulf utilizează în totalitate suprafața retinei și întrebuintează ca test un singur punct luminos pe fond negru și nu mire geometrice.

Refractometrul Hartinger constă din proiecția unei mire formate din două jumătăți de linii orizontale, paralele și două jumătăți verticale perpendiculare pe primele și reprezintă proiecția testului și reflectarea lui. Liniile orizontale servesc pentru determinarea refracției în meridianul orizontal, cele verticale în meridianul vertical. În vecinătatea ocularului, aparatul prezintă o scală gradată care indică atât refracția totală în dioptrii, cât și corecția optică apropiată. În vecinătatea acestei scale se poate citi meridianul ametrop.

Tehnică. Se observă mira proiectată și reflectată pe suprafața corneei. Dacă mira nu este clară, atunci ochiul este

ametrop. Clarificarea imaginii arată gradul ametropiei. În caz de astigmatism se constată o descentrare a celor două jumătăți de mire orizontale sau verticale. Se citește axul astigmatismului atunci când mirele sînt din nou în prelungire și se notează atît axul cît și valoarea lui în dioptrii. Centrarea mirelor trebuie să fie perfectă. Posibilitățile de determinare devin mai reduse în opacifieri ale mediilor oculare datorită fenomenului de difracție în interiorul ochiului. Rezultatele obținute trebuie interpretate comparativ cu celelalte date furnizate de schiascopie și cheratometrie.

ERISCOPUL PETER

Determină refracția oculară pe baza cromatismului ochiului. Miopul vede mai bine roșul decît verde-albastru iar hipermetropul mai bine albastrul. Se interpun lentile corectoare pînă ce claritatea testului devine aceeași, iar literele roșii sînt văzute la fel de clar ca și cele albastre.

În funcție de lentilele corectoare întrebuintate se determină refracția. Metoda nu este însă suficient de precisă.

Metode obiective parțiale

CHERATOMETRIA

Cheratometria sau oftalmometria este metoda de măsurare a razei de curbură a corneei în axele sale principale. Ea dă indicații asupra valorii absolute a astigmatismului cornean și permite de a alege curbura unei lentile de contact.

Prima tehnică de keratometrie folosea imaginile lui Purkinje. Un corp luminos era plasat în fața corneei și se măsura imaginea formată pe fața anterioară a corneei. Cu cît curbura corneei era mai mare cu atît imaginea era mai mică. Cunosînd mărimea obiectului și distanța lui de ochi se putea deduce raza de curbură a corneei (fig. 22).

În practică este însă greu de imobilizat un ochi complet pentru a se observa imaginea. De aceea s-a recurs la un artificiu și anume principiul dublului vizibil. Imaginea este dublată prin refracție cu două sticle rotatorii care sînt așa fel plasate încît marginea de jos a unei imagini să coincidă cu



ginii reflectate. Pentru a determina mărimea imaginii reflectate se utilizează dedublarea acestei imagini. Cunoșcând deplasarea produsă prin prisma dublă putem deduce dimensiunile imaginilor dedublate cu condiția ca ele să vină în contact. Când imaginile sînt în contact, dimensiunea este egală cu deviația produsă prin prismă. Pentru a obține ca imaginile dedublate să vină în prelungire una cu alta, este suficient de a putea crește sau diminua dimensiunile obiectului și deci aceea a imaginilor luminoase care se reflectă pe corneă. Aceasta se face prin rotirea unei vize.

Formula clasică a oglinzilor convexe poate fi aplicată și aici. Notînd cu I = dimensiunea imaginii ; O = dimensiunea obiectului ; P' = distanța imaginii de vîrfurile oglinzii ; P = distanța obiectului de vîrfurile oglinzii ; F' = distanța focală a imaginii ; R = raza de curbură a suprafeței reflectorizante, putem spune :

$$\frac{I}{O} = \frac{P'}{P} \text{ și } F' = \frac{R}{2}$$

Dar F' se confundă cu P' dacă sursa este foarte îndepărtată și razele luminoase paralele și atunci :

$$\frac{I}{O} = \frac{R}{2P} \text{ și } R = \frac{2IP}{O}$$

Deci raza de curbură a corneei este proporțională cu mărimea imaginii și invers proporțională cu dimensiunea obiectului. Mărimea obiectului și distanța de corneă sînt elemente cunoscute și determinarea mărimii imaginii permite de a cunoaște raza de curbură a corneei.

Aparatul. În cheratometrul Helmholtz mărimea dedublării este variabilă iar mirele sînt fixe. În cheratometrul Javal-Schiötz, mărimea dedublării este fixă iar mirele sînt mobile pe arc.

Aparatul este alcătuit dintr-un obiectiv compus din două lentile între care este interpusă o prismă birefringentă Wolleston. Corneea examinată se află în focarul principal anterior. În focarul posterior se află un reticul fix format dintr-un fir de mătase întins în plan frontal. Un ocular care alunecă în jurul axului său permite punerea la punct a imaginii în focarul principal posterior reperat prin reticul (fig. 23).



Solidar cu luneta se află două mire luminoase verzi, una dreptunghiulară, alta cu o scăriță dublă cu trei trepte, fiecare treaptă măsurând o dioptrie. Fiecare miră este divizată

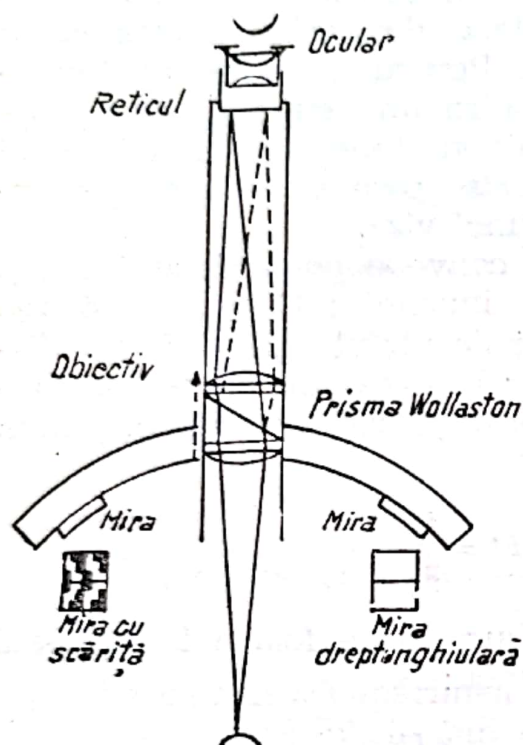


Fig. 23.
Oftalmometrul Javal-Schiötz, schematic.

la mijloc printr-o linie neagră numită „linie de credință” (fig. 24). În vecinătatea lunetei se află o scală gradată pe care se poate citi meridianul corespunzător în diferite etape de examinare, raza de curbură a corneei și puterea în dioptrii atunci când cele două mire sînt în contact una cu alta. Aceste gradații au fost stabilite în prealabil pe măsurători comparative pe bile calibrate.

Tehnică. Examenul se face de obicei în camera obscură. Punerea la punct a ocularului se face prin obținerea imaginii de control a unui inel dedublat. Se fixează imaginile celor două mire dedublate pe corneă. Se urmăresc imaginile centrale, cele periferice fiind neglijate. Este rar ca cele două

mire centrale să se găsească de la început la același nivel. Ele sînt de obicei îndepărtate sau suprapuse una pe cealaltă. Așezăm mirele dedublate astfel ca cele din mijloc să se

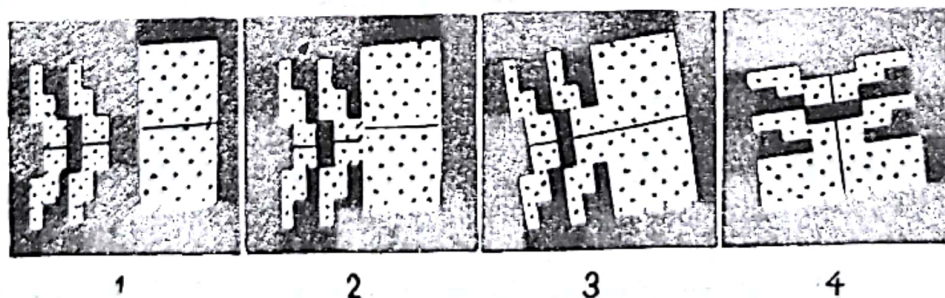


Fig. 24.

Mirele oftalmometrului : 1 — cele două mire ; 2 — apropierea imaginilor ; 3 — punerea în prelungire a liniei de credință ; 4 — suprapunerea în poziție secundară.

atingă una de alta, iar linia orizontală care le întretaie să formeze o singură linie dreaptă. Citim acum pe scala gradată raza de curbură a corneei exprimată în milimetri și puterea de refracție a meridianului exprimată în dioptrii. Rotim arcul cu mîre cu 90° pe meridianul vertical al corneei. Se pot ivi cinci posibilități:

— nu se produce nici o modificare a mirelor, deci nu este astigmatism;

— cel mai adesea mirele se suprapun în meridianul vertical cu 1—2 trepte. Linia orizontală din mijloc se află în continuare. Aceasta înseamnă că meridianul vertical are o putere de refracție mai mare decît cel orizontal. Fiecare treaptă reprezintă o dioptrie. Dacă suprapunerea este numai jumătate de treaptă, acesta este stadiul normal al astigmatismului fiziologic și nu trebuie corectat;

— cele două mire se îndepărtează pe meridianul vertical. Aceasta înseamnă că meridianul vertical este mai puțin refringent decît cel orizontal. Este un astigmatism invers sau contrar regulii; reluăm proba în sens invers și vedem gradul astigmatismului prin suprapunerea mirelor în planul orizontal;

— uneori apropierea în loc să se facă în plan orizontal se face în poziție oblică. Este vorba atunci de un astigmatism oblic. Se notează pe care meridian se face apropierea mirelor cu linia orizontală în prelungire și citim pe meridianul perpendicular gradul suprapunerii;

— în tot timpul rotirii arcului, mirele se îndepărtează, se suprapun, sau se deformează. Este un astigmatism neregulat sau un cheratocon.

Notarea se face menționînd poziția primară care indică gradul meridianului și menționăm cu $\pm$ gradul de suprapunere observat pe meridianul perpendicular. Exemplu: mirele sînt în contact cînd arcul este la 0° și se suprapun cu două trepte cînd arcul este în poziție verticală de 90° . Notarea va fi: $0^\circ = \pm 2 D$. Aceasta înseamnă că meridianul orizontal de 0° prezintă față de cel vertical de 90° o diferență de refracție de 2 D. Refractometria sau schiascopia practică separat arată într-un astigmatism conform regulii dacă subiectul este hipermetrop că trebuie să corijăm cu o lentilă cilindrică de $+2 D$ așezată în axul vertical, iar dacă subiectul este miop să corijăm cu o lentilă cilindrică de $-2 D$ așezată în plan



orizontal. Alt exemplu: mirele sînt în contact atunci cînd arcul se înclină la 30° . Rotind la 120° se constată o suprapunere de 2 trepte. Notarea va fi: $30^\circ = \pm 2 D$. Dacă ochiul este miop la schiascopie corijăm cu o lentilă cilindrică de $-2 D$ așezată în meridianul de 30° . În cazul hipermetropiei, corijăm cu o lentilă cilindrică de $+2 D$ așezată în ax de 120° .

Oftalmometrul nu este suficient pentru determinarea refracției totale. Cu ajutorul lui se determină numai variațiile de curbură ale corneei, deci numai astigmatismul corneean, care este însă cel mai important.

OFTALMOMETRUL TOPOGRAFIC

Oftalmometrul Javal-Schiötz dă raza de curbură numai într-o mică porțiune de 3 mm în partea centrală a corneei. El este deci insuficient în caz de neregularități ale corneei pentru stabilirea lentilelor de contact. În aceste cazuri se utilizează oftalmometrul topografic preconizat de R. Bonnet, care permite de a măsura raza de curbură în diferite puncte ale întregii suprafețe corneene din 5 în 5° . Astfel se stabilește coeficientul de aplatizare a corneei și permite de a nota cu precizie existența unor neregularități de curbură pentru prescrierea lentilelor de contact. Westheimer (1965) construiește un cheratometru fotoelectric în care o serie de fotocele primesc lumina reflectată de la corneă.

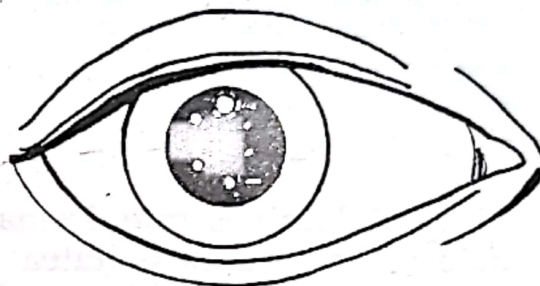
Măsurarea suprafeței posterioare a corneei. Măsurarea curburii posterioare este dificilă din cauza dimensiunilor mici ale imaginii reflectate de ea. Principiul este de a măsura prin comparare mărimea imaginilor reflectate de fața anterioară a corneei cu aceea reflectată de fața posterioară. Calculul trebuie să țină cont de faptul că ultima imagine este produsă prin refracția prin substanța proprie a corneei ca și prin reflexia la fața ei posterioară. Valoarea normală a razei de curbură este 6,7 mm.

Măsurarea curburilor cristalinului se bazează tot pe principiul comparării mărimii imaginilor Purkinje a 3-a și a 4-a cu prima a feței anterioare a corneei. Unul din primele instrumente a fost oftalmofacometrul Tscherning. Acesta era format din două perechi de lămpi, dintre care o pereche mai

luminoasă dă imaginea a 3-a Purkinje de pe fața anterioară a cristalinului. Mai recent, Fincham introduce o tehnică fotografică pentru a aprecia imaginile Purkinje. Adăugarea unui

Fig. 25.

Imaginile catoptice în ochi (Fincham). Cercurile albe din stînga arată reflexia feței anterioare a corneei; cercurile punctate arată fața anterioară a cristalinului; cercurile mici albe din dreapta arată reflexia de la fața posterioară a cristalinului; liniile albe orizontale arată imaginile corneene ale lămpii de comparație.



filas electronic, suprimă efectul mișcărilor ochiului în timpul măsurării (fig. 25).

Se admite că pe ochiul adult neacomodat, raza de curbură a feței anterioare a cristalinului este 10,2 mm iar cea posterioară 6 mm.

III. SIMȚUL LUMINOS

Simțul luminos este forma cea mai elementară a funcției vizuale și traduce capacitatea ochiului de a se adapta la variații luminoase mari din mediul înconjurător.

Simțul luminos absolut constituie proprietatea retinei de a percepe un minimum de lumină. El este influențat de starea de adaptare a retinei și de aceea se determină după o perioadă de adaptare la obscuritate. Retina are capacitatea de a deveni sensibilă la o lumină foarte slabă. S-a calculat că de la lumina solară puternică la cea mai slabă lumină percepută în timpul nopții se produce o trecere de la 10 miliarde la 1.

Simțul luminos diferențial corespunde percepției de către retină a unei diferențe de lumină între două puncte. Simțul luminos diferențial face parte din studiul câmpului vizual și se determină cu ajutorul penimetriei statice.

Adaptarea este proprietatea retinei de a-și modifica sensibilitatea în funcție de excitația luminoasă la care este supusă.

DATE ANATOMO-FIZIOLOGICE

Studiile de microscopie electronică și biochimie au lămurit în cea mai mare parte structura receptorilor vizuali — bastonașe și conuri —, compoziția fotopigmenților și modificările pe care le suferă aceștia sub acțiunea luminii.

Epiteliul pigmentar trimite franjuni protoplasmatiche care protejează celulele vizuale (fig. 26). În retina animalelor superioare și la om nu se produc modificări anatomice sub influența luminii. În retina animalelor inferioare, la amfibii, broaște, păsări, se produce o deplasare a vilozițiilor pigmentare care îmbracă și protejează celulele vizuale. Fiecare ce-

lulă vizuală cu conuri și bastonașe se compune dintr-o expansiune externă, ea însăși compusă dintr-un articol extern și un articol intern și o expansiune internă. Expansiunea

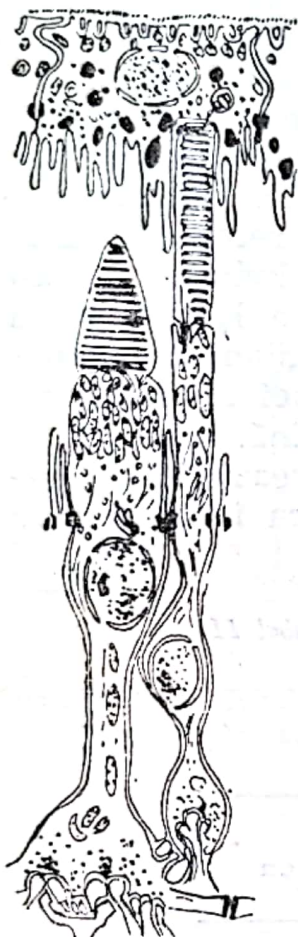


Fig. 26.
Structura conului și a
bastonașului (Misson-
ten).

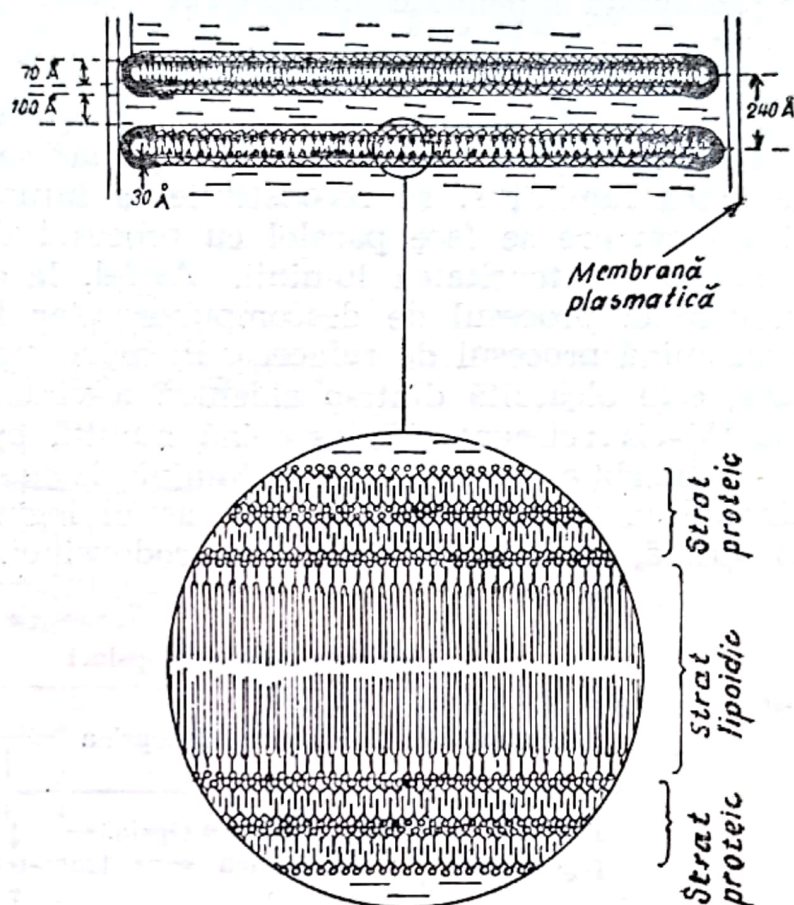


Fig. 27.
Structura peretelui vezicular al articolului extern
(Sjöstrand).

externă a bastonașelor are 60 microni lungime la centrul retinei, 50 microni la ecuator și 40 microni la ora serrata, în timp ce aceea a conurilor are în medie 30 microni. Articolul extern al bastonașelor are aspectul unui cilindru și se termină brusc la bază printr-o strangulare. Acest cilindru se compune din suprapunerea a 600—900 vezicule turtite constituite dintr-o membrană dublă ce alternează cu spații clare. Fiecare veziculă este legată printr-o ancoșă laterală la un cil conector care reunește astfel veziculele suprapuse la articolul intern (fig. 27).



Veziiculele sînt alcătuite dintr-o foiță bimoleculară de lipide orientate cu grupele lor polare spre suprafața la care sînt legate reversibil moleculele de rodopsină. În fig. 28 este reprezentată schematic situația rodopsinei pe veziculele articolului extern al bastonașului. Spațiile clare sînt ocupate de o soluție de proteină în stare apoasă. La nivelul articolului extern al bastonașelor se situează deci mecanismul foto-chimic al percepției luminoase. Rodopsina se descompune sub acțiunea luminii și se reconstituie la întuneric. Procesul de descompunere se face paralel cu procesul de reconstituire în funcție de intensitatea luminii. Astfel, la o lumină intensă predomină procesul de descompunere, iar la o lumină slabă predomină procesul de refacere. Purpurul retinian sau rodopsina, este alcătuită dintr-o aldehydă a vitaminei A₁ în forma cis (11-cis retinen) și o proteină numită opsină.

Absorbția unui foton de lumină izomerizează 11-cis retinenul în trans-retinen și rupe astfel legătura între retinen și opsină, cei doi constituenți ai rodopsinei.

Tabel II

Descompunerea rodopsinei	
Bastonașe	
Epiteliu pigmentar	
Sînge	

Dacă lumina acționează mai departe atunci trans-retinenul se descompune și el în vitamina A și o proteină. Molecula care rezultă este instabilă.

Fotonii vehiculați de unda luminoasă sînt aceia care antrenează această ruptură retinen-opsină și produc decolorarea pigmentului cu depolarizarea celulei. Este punctul de plecare al influxului nervos, care se transmite de-a lungul căilor optice pînă la scoarța occipitală unde ia naștere senzația de lumină. Reconstituirea opsină-11-cis-retinen, atunci cînd excitația luminoasă încetează, se face printr-un mecanism enzimatic complex pornind de la vitamina A₁.

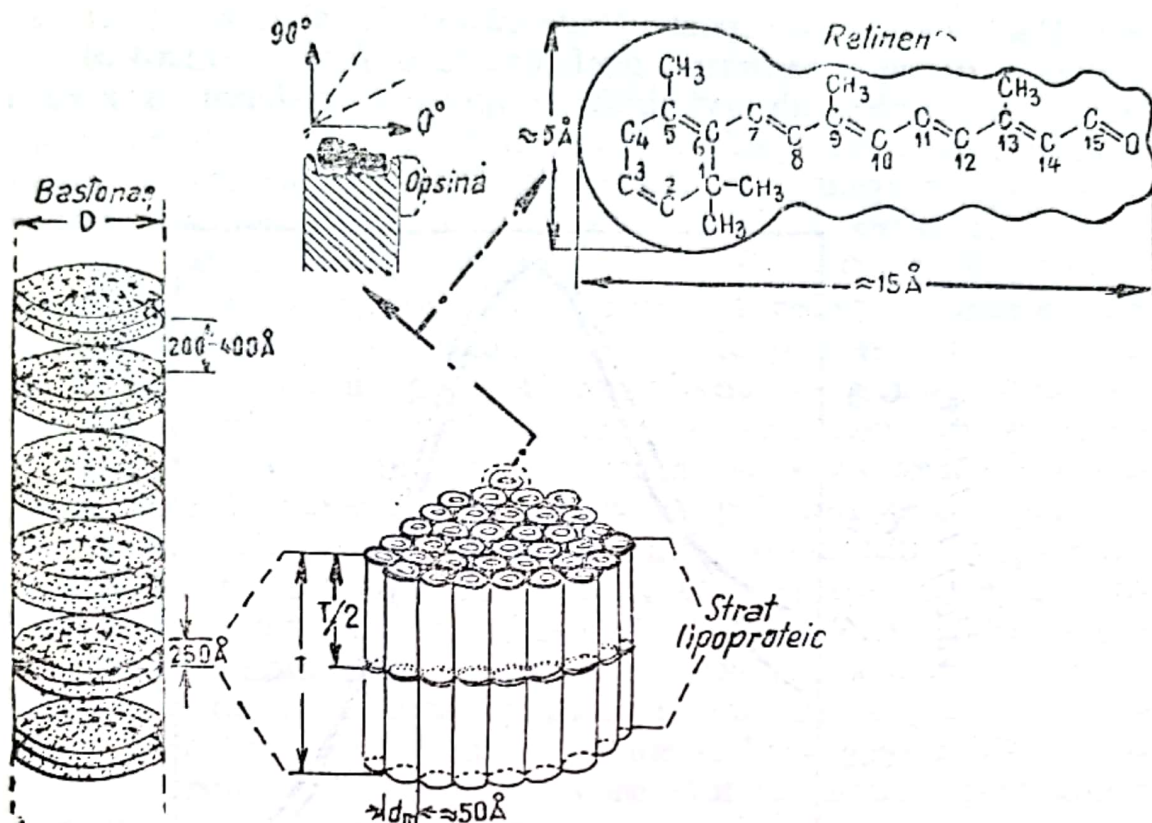


Fig. 28.

Reprezentarea schematică a situației purpurului retinian în veziculele articolului extern al bastonașului (Wolken).

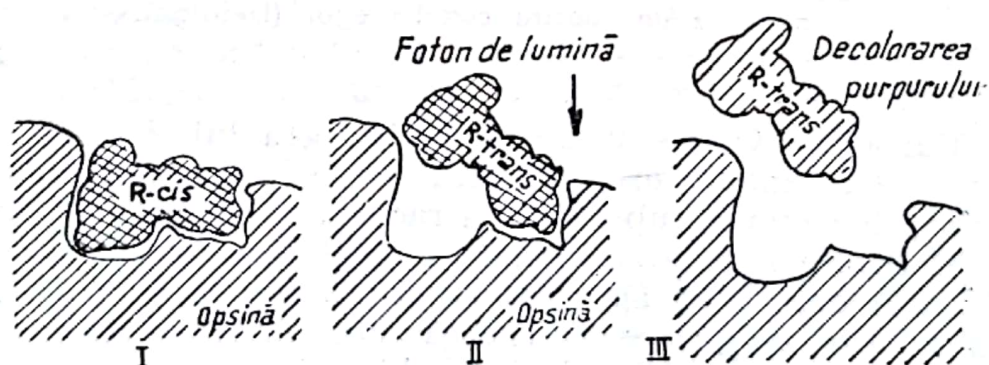


Fig. 29.

Reprezentarea schematică a transformării pigmentului vizual sub influența luminii (Pouliquen).



Dacă se înscrie spectrul de absorbție al rodopsinei, se constată că reprezentarea grafică are o formă identică cu aceea a curbei de vizibilitate pentru vederea scotopică (fig. 30).

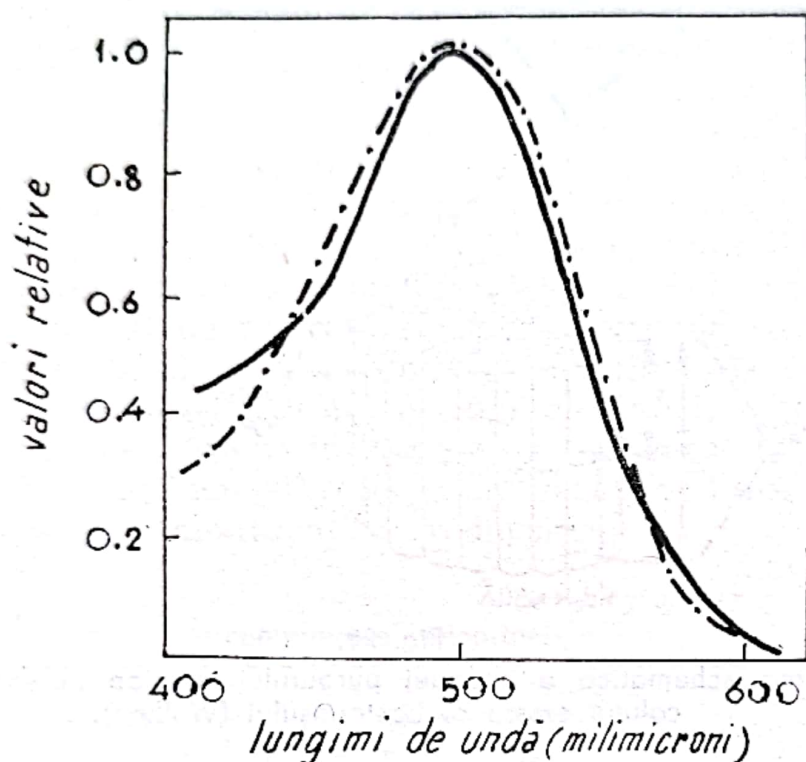


Fig. 30.

Comparație între curba de absorbție a purpurului vizual în stare pură (linia întreruptă) și curba de luminositate scotopică (linia continuă) obținută cu un spectru cuantic egal (Ludwich).

Purpurul vizual urmează deci legea lui Draper, care stabilește că modificarea chimică a unei substanțe fotosensibile are loc numai sub acțiunea radiațiilor care sînt absorbite.

Descompunerea substanței fotochimice este un proces de scurtă durată de aproximativ 6 minute, în timp ce resintetizarea sa este un proces de lungă durată de aproximativ 30 minute. Fenomenele fiziologice subiective ce corespund acestor procese fotochimice iau denumirea de adaptare la lumină în procesul de descompunere și adaptare la întuneric în procesul de resintetizare.

Epiteliul pigmentar al retinei, care înconjoară prin franjurile celulelor sale încărcate cu pigment melanic articolul extern al bastonașelor și conurilor, are un rol important în mecanismul de percepere a luminii. La o intensitate luminoasă puternică epiteliul pigmentar are proprietatea de a absorbi parțial radiațiile luminoase și de a evita difuziunea luminii. La intensități luminoase slabe el face să crească sensibilitatea fotoreceptorilor, permițând reflexia luminii. S-a demonstrat astfel că fiecare granulă de pigment, prin faptul că difuzează lumina, poate fi considerată ca o nouă sursă de lumină. Dowling constată un schimb permanent de vitamina A între retină și epiteliul pigmentar și consideră că acesta joacă un rol important în sinteza și polimerizarea pigmentilor vizuali. Sistemele oxidative ale epiteliului pigmentar convertesc vitamina A în retinen. Garron consideră că opsină este sintetizată în ribosomii și reticulum endoplasmic al celulelor epiteliului pigmentar. De asemenea, printr-un mecanism de fagocitoză epiteliul pigmentar asigură debarasarea articolului extern al conurilor și bastonașelor de discurile lipoproteice îmbătrânite, care sînt înlocuite permanent într-un interval de 9—13 zile.

CURBA DE ADAPTARE NORMALĂ

Se compune din două segmente separate printr-un punct angular, numit punct alfa, care marchează trecerea de la adaptarea conurilor la aceea a bastonașelor. Timpul este notat pe abscisă iar luminarea testului exprimată în unități logaritmice pe ordonată. Se utilizează unități logaritmice picostilbi (U.L.psb) sau unități logaritmice apostilbi (U.L.asb). (vezi pg. 80). Puterea mare pe care o are ochiul de a se adapta la diferite iluminări a determinat utilizarea acestor expresii logaritmice și nu aritmetice a valorii lor. Pragul după 30 minute este considerat ca foarte apropiat de cel absolut. În realitate pentru perioade mai lungi de adaptare la obscuritate este posibil de a se înregistra încă o cădere sensibilă a pragului luminos. Astfel Piper obține dublarea sensibilității retiniene după 8 ore față de cea constatată după o oră. Achmatov constată că sensibilitatea retiniană continuă să crească, tradusă prin o nouă cădere a pragului luminos



după 24 de ore pentru a ajunge la o valoare a sensibilității de 5 ori mai mare decât la o oră.

Prima parte a segmentului corespunde adaptării conurilor (fig. 31).

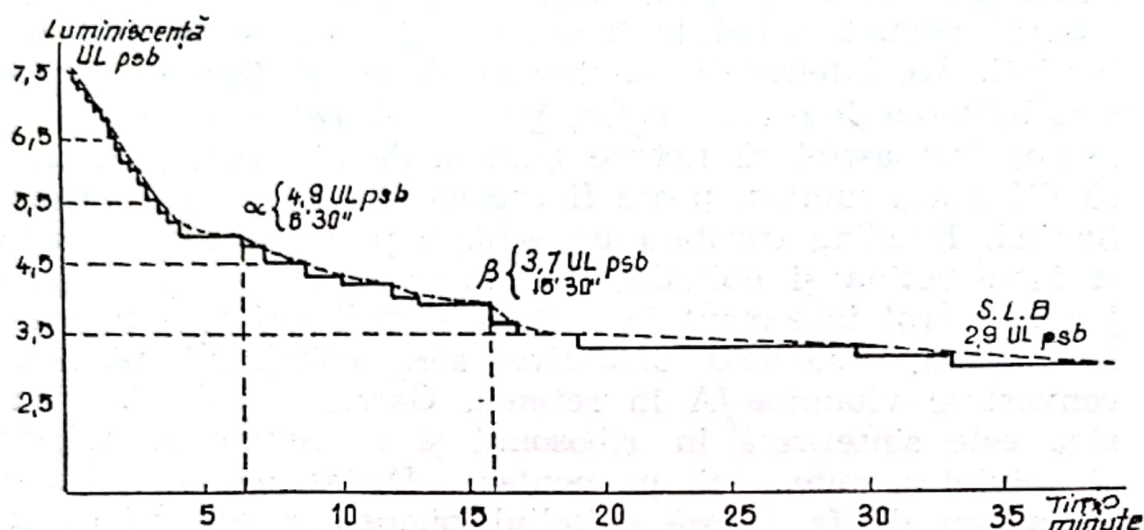


Fig. 31.

Curba de adaptare normală.

La început este în pantă rapidă și coboară apoi treptat pentru a se termina într-un punct α situat la întâlnirea timpului de 5 minute cu 5 unități logaritmice psb. A doua parte a curbei corespunde adaptării bastonașelor. Are un aspect asemănător, dar este mult mai lungă, în jurul a 25 minute. Nivelul său, când ea devine stabilă dă valoarea pragului absolut terminal global situat spre 2,5 U.L.psb. Școala din Marsilia descrie o a doua angulație β situată la 3,6 U.L.psb și 15 minute și 30 secunde.

În general pentru a interpreta o curbă de adaptare, examinăm dacă este bifazică și verificăm nivelul pragului luminos terminal după 30 minute, când el trebuie să fie sub 3,5 U.L.psb. Astfel, în retinopatia pigmentară curba este înaltă și monofazică și nu coboară sub 6 U.L.psb. (fig. 32). Punctele importante pe această curbă rămân punctul α și pragul terminal. Patologia punctului β nu este bine cunoscută. În condiții de experiență și în funcție de preadaptare se poate modifica lungimea relativă a celor două segmente ale curbei, adică amplasarea pe abscisă a punctului α . Din

contra, înălțimea punctului α pare fixă pentru un subiect dat, el corespunde pragului luminos al conurilor și unui nivel de iluminare dedesubtul căruia senzația cromatică dispăre.

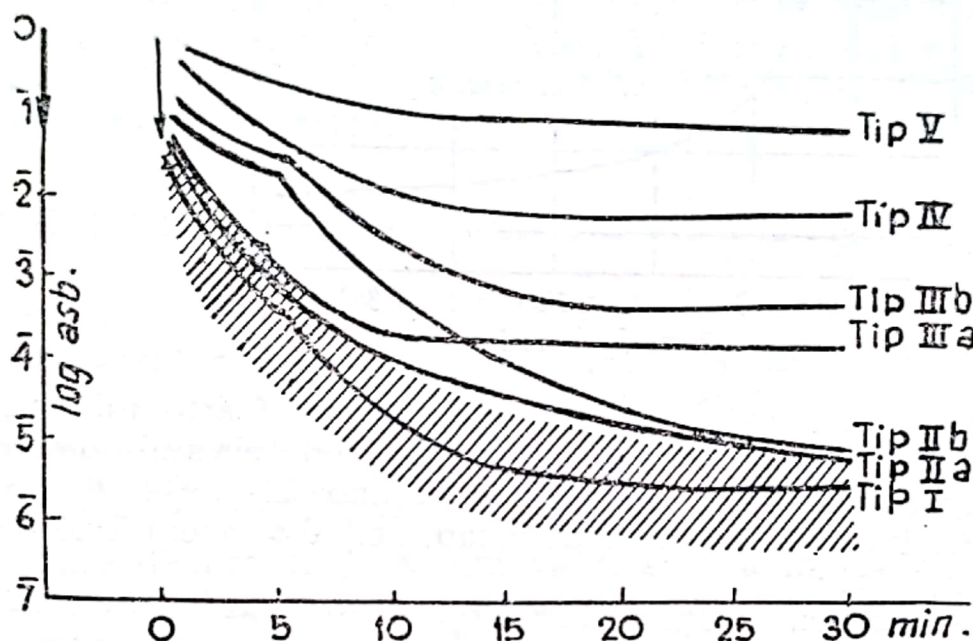


Fig. 32.

Aspecte ale diferitelor curbe de adaptare (François, Verriest, de Rouck) : I – traseu normal. Variații normale în linii hașurate ; II, III – diferite aspecte deficitare ale curbei de adaptare, interesând atât conurile cât și bastonașele ; IV – curba monofazică reprezentând numai adaptarea conurilor foveale ; V – adaptare deficitară și a conurilor foveale.

Interval fotocromatic. Numim interval fotocromatic înălțimea care separă punctul α de pragul luminos terminal la 30 minute. Această înălțime este numită interval fotocromatic, deoarece senzația vizuală este pur luminoasă aici, fără caracter colorat (fig. 33).

Intervalul fotocromatic este variabil în funcție de lungimea de undă. El diminuează de la lungimile scurte de undă la cele lungi. În starea de adaptare la obscuritate o lumină monocromatică slabă apare incoloră atunci când intensitatea ei nu atinge pragul fotopic. Depărtarea între pragul scotopic, caracterizat prin apariția luminii și pragul fotopic, caracterizat prin apariția culorii, corespunde intervalului fotocro-

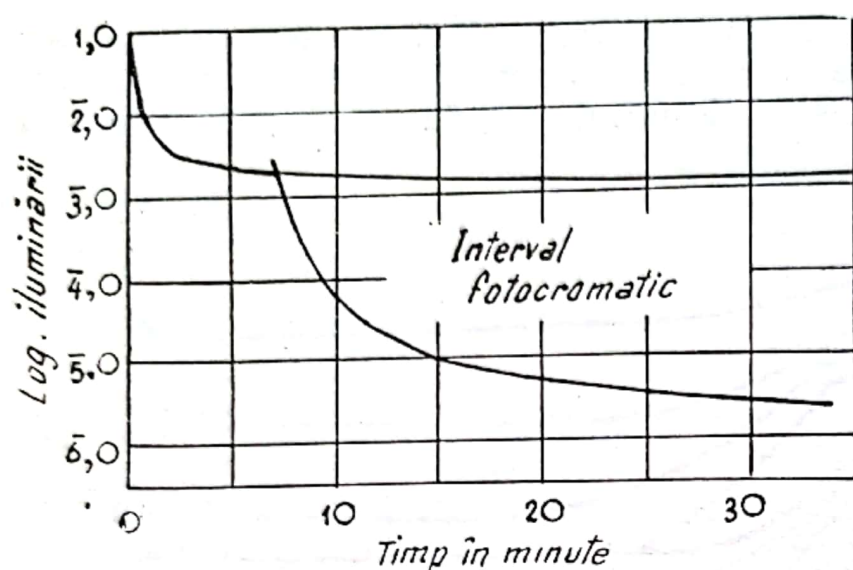
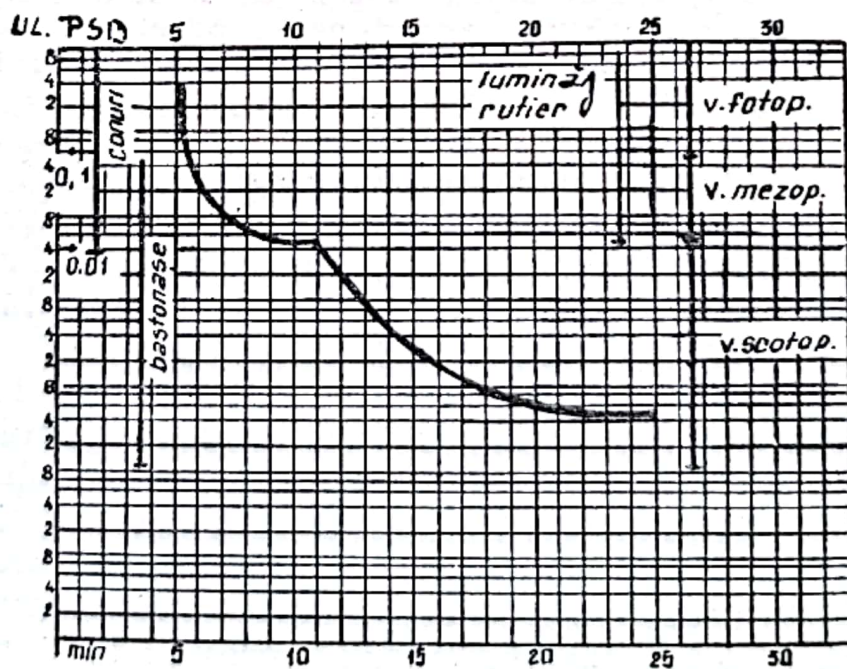


Fig. 33.
Intervalul fotocromatic.

matic. El este mare pentru albastru și foarte mic pentru roșu, fapt care a făcut să se afirme că intervalul fotocromatic reprezintă drama semnalelor luminoase.

Plecând de la curba de adaptare, distingem trei feluri de iluminări :

— vederea diurnă sau fotopică (phos = lumină) corespunde primului segment, acel al conurilor, suport al vederii colorate. Ea se întinde pe parcursul dintre cel mai înalt nivel luminos de 13 U.L.psb. (lumina zăpezii în soare) și până la 6 U.L.psb. (lumina în lună plină) ;



— vederea nocturnă sau scotopică (skotos = obscuritate) corespunde celui de al doilea segment al curbei datorită acțiunii bastonașelor oarbe la culori. Ea se întinde de la 5 U.L.psb. până la 2 U.L.psb. (vederea nocturnă);

— vederea mezopică (mezo = intermediar), este un domeniu cu limite neclare situată în jurul punctului α , adică în jurul a 5 U.L.psb., acolo unde cele două tipuri de receptori acționează împreună.

FACTORI CE INFLUENȚEAZĂ CURBA DE ADAPTARE

Factori oculari

Diametrul pupilar modifică cantitatea de lumină care pătrunde în ochi, influențând nivelul curbei de adaptare. Miozisul medicamentos, cum este în glaucom, antrenează o ridicare a pragurilor, cu perturbarea traseului la nivelul unghiurilor. Astfel, o curbă stabilită pentru un ochi a cărui pupilă are diametrul de 6 mm va fi situată în unități logaritmice dedesubtul curbei de adaptare față de același ochi a cărui pupilă este redusă la 2 mm. (fig. 35).

Acest fapt a determinat pe unii autori să întocmească tabele corectoare în funcție de deschiderea pupilară. Repetarea examinărilor trebuie efectuată în aceleași condiții, fiind notată întotdeauna deschiderea pupilară. Soluția optimă ar fi de a se fotografia pupilele în obscuritate cu un flaș electronic, sau de a utiliza o pupilă artificială de 4 mm diametru.

Topografia retiniană
Înlocuind curba de adaptare globală cu una limitată, prin stimularea unei zone retiniene stricte, obținem două tipuri de trasee :

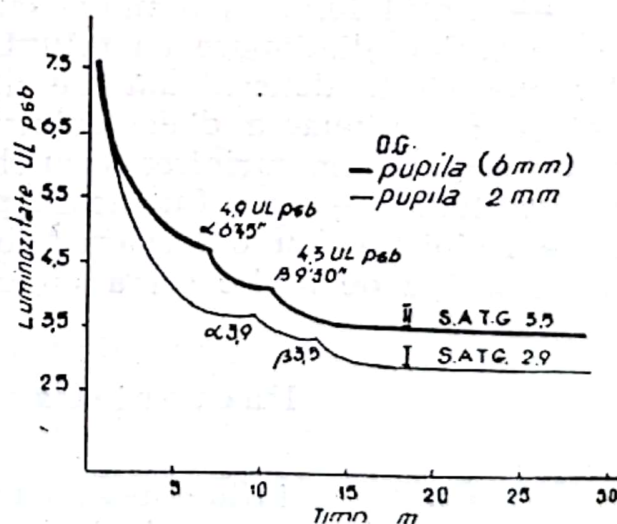


Fig. 35.
Aspecte ale curbei de adaptare în funcție de diametrul pupilar.



- un traseu monofazic de 5 minute când este atins pragul prin stimularea exclusivă a regiunii maculare;
- un traseu bifazic când stimulii sînt extramaculari.

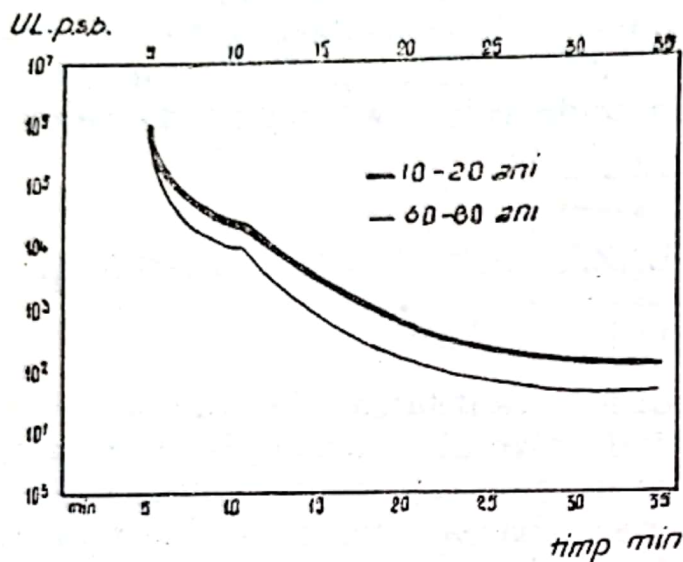


Fig. 36.

Aspecte ale curbei de adaptare în funcție de vîrstă.

De reținut că între 0 și 5° în ochiul adaptat la obscuritate există un scotom central; între 5 și 20° este o zonă de hipersensibilitate, cu maximum de sensibilitate la nivelul izopterului de 10°; de la 20° spre periferie este o zonă de sensibilitate descrescîndă.

Variații intraindividuale. Se poate considera că :

— pragul este în general identic la ace-

lași subiect; unele variații se întîlnesc în porțiunea curbei care urmează punctului angular α , de la începutul adaptării bastonașelor;

— simțul luminos diminuează cu vîrsta (fig. 36). Se admite în general o diminuare cu 0,10 U.L.psb. pe decadă. Această diminuare este determinată de mai mulți factori, din care reținem: diminuarea diametrului pupilar, opacifieri ale mediilor oculare, îmbătrînirea celulelor fotoreceptoare. Opacifierile cristaliniene nu influențează pragul luminos global. Leziunile retiniene dau o creștere globală a curbei de adaptare, cu dispariția de multe ori a punctului de angulație.

Factori extrinseci

Preadaptarea influențează curba de adaptare. În sens general, sensibilitatea retinei depinde de numărul de fotoni absorbiți de pigmentul vizual, deci variază cu cantitatea de pigment încă nedescompus. În loc să se înceapă măsurarea

de la iluminarea obișnuită a camerei, ochiul este întâi expus la o preadaptare cu un înalt nivel de iluminare. Baker și colab. (1956) au găsit că suprafața de preadaptare nu este necesar să fie uniformă, efecte mai mari avînd intensitatea și durata de expunere. Pentru fovee influențează mai mult intensitatea decît durata preadaptării. La periferie, preadaptarea cu o lumină scăzută dar de lungă durată, duce la dispariția angulației.

Distribuția spectrală a luminii de preadaptare joacă și ea un rol. Lumina albastră scade gradul adaptării bastonașelor, în timp ce lumina roșie scade pragul de adaptare al conurilor.

Efectele iluminării intermitente influențează puțin preadaptarea. S-a constatat că iluminările scurte și repetate mai intense decît pragul au un efect tranzitoriu asupra sensibilității, influențînd puțin adaptarea. De aceea semnalizatoarele intermitente ale mașinilor în cursul nopții, deși prezintă iluminări puternice, nu influențează adaptarea.

Durata prezentării testului în cursul adaptării trebuie să fie suficient de lungă pentru a permite perceperea sa, dar la fel de scurtă, pentru a se evita modificarea adaptării. O milisecundă pare a constitui tipul ideal.

Suprafața testului trebuie să fie suficient de mare pentru a putea fi perceput, dar totodată destul de redusă pentru a nu antrena o modificare a sensibilității retiniene vecine. Dacă diametrul testului este sub 2° nu obținem decît o curbă plană, rău definită. Este necesar un test între 2 și 5° pentru ca cele două segmente ale curbei să fie bine definite.

Compoziția spectrală a stimulilor. Curba cu teste colorate arată că pragul terminal este cu atît mai jos cu cît lungimea de undă ce stimulează retina este mai aproape de albastru (fig. 37).

Excentricitatea prezentării testului. Dacă testul este prezentat la punctul de fixație, pragul va înregistra numai adaptarea conurilor. Segmentul bastonașelor atinge pragul cel mai coborît atunci cînd testul este prezentat pe izopterul de 10° .

În rezumat, pentru a se măsura pragul luminos absolut sînt necesare următoarele condiții :

— subiectul să fie complet adaptat la obscuritate, în midriază sau pe cît posibil echipat cu o pupilă artificială ;

— să se proiecteze un test albastru-verde de 10 minute diametru timp de o milisecundă pe izopterul de 10°. Se întreabă subiectul dacă percepe sau nu testul și proba se repetă de mai multe ori pînă se confirmă răspunsul. Normal răspunsurile pozitive corespund la o stimulare retiniană de 54—148 fotoni din

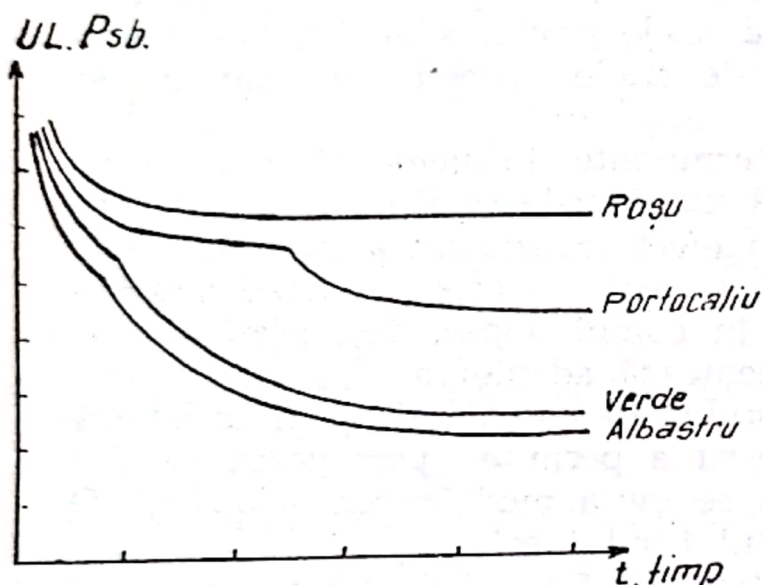


Fig. 37.

Variații ale curbei de adaptare în funcție de compoziția spectrală a stimulilor.

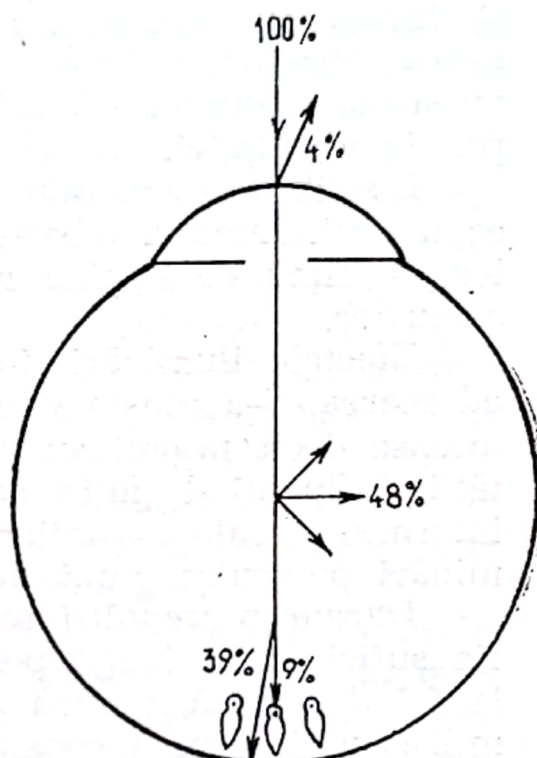


Fig. 38.

Reflexia, difuziunea și absorbția luminii în mediile oculare transparente (după Conreur).

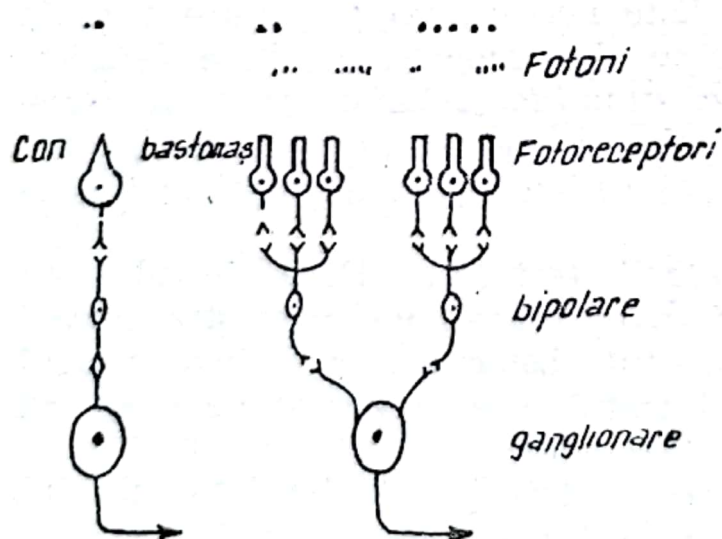


Fig. 39.

Declanșarea influxului nervos la nivelul retinei.

care numai 5—14 sînt absorbiți de celulele fotoreceptoare, din cauza fenomenului de reflexie și dispersie în mediile oculare. Mai puțin de 10% din fotonii ce ajung la corneă sînt absorbiți de celulele fotosensibile (fig. 38). Absorbția unui foton de către un bastonaș nu implică și stimularea unui fotoreceptor. Hecht consi-

deră că este necesar stimularea de către 2—10 fotoni (fig. 39). Se presupune că este puțin probabil ca 2 fotoni să stimuleze același fotoreceptor. Trebuie să admitem că este necesară stimularea a cel puțin două bastonașe distincte de câte un foton pentru a declanșa o senzație luminoasă.

Cercetările experimentale pentru măsurarea pragului luminos absolut la nivelul unei anumite zone a retinei sînt puțin aplicate în clinică.

Aparate și tehnici pentru determinarea simțului luminos

ADAPTOMETRUL GOLDMANN-WEEKERS are următoarea alcătuire :

- o cupolă cu diametrul de 30 cm și care poate fi iluminată între 2 000—3 000 lucși, de două becuri montate în partea ei superioară ;

- o sursă luminoasă pentru stimularea retiniană în timpul adaptării la întuneric, a cărei iluminare variază între $1-10^{-7}$ psb. ;

- un dispozitiv de înregistrare, constituit dintr-un tambur rotativ, pe care se aplică o schemă de înregistrare și în fața căreia se deplasează un stilet înscrisor. Stiletul este solidarizat cu un fotometru, care face să varieze iluminarea testului.

Tehnică : se studiază în mod curent adaptarea globală a fiecărui ochi în parte. Examinarea se face în cameră cu obscuritate perfectă. Bolnavul își sprijină fața în mentoniera din deschiderea cupolei, avînd un ochi acoperit. Se conectează becurile pentru ebluisare. Subiectul privește 5 minute suprafața albă a sferei, iluminată puternic (3 000 lucși). La sfîrșitul celor 5 minute se stinge lumina în sferă, se pune în funcție sistemul care rotește tamburul, înregistrînd automat timpul și se crește progresiv iluminarea testului (o plajă rotundă luminată prin transparentă), pînă ce subiectul semnalizează că o vede. Acest moment este marcat pe schemă cu penița înscrisoare. Se întunecă din nou stimulul și după un minut se repetă cercetarea sensibilității. Se continuă astfel din minut în minut în primele 10 minute și din 5 în 5 minute timp de 30 de minute, perioadă după care un su-



biect normal atinge pragul absolut : percepe un stimul luminos de 2,5 U.L.psb.

Curba obținută are aspectul din figura 31.

Cu acest aparat se mai pot determina :

— curba de adaptare la întuneric, folosind un stimul luminos intermitent ;

— acuitatea vizuală în lumină scăzută, după o ebluisare de scurtă durată (2 minute). Se ebluisează și se prezintă un optotip, luminat prin transparență, cu o iluminare de 7 U.L.psb. Normalul trebuie să ajungă după 60 de secunde la o acuitate vizuală de 0,5.

ADAPTOMETRUL HARTINGER este alcătuit din :

— o sferă inclusă în aparat, cu o deschidere circulară la care este fixată o mentonieră reglabilă și pe care sînt gradate axele și meridianele. Se folosește axul de 0° și meridianul de 12 minute ;

— în partea stîngă a sferei prezintă o deschidere prin care se iluminează uniform sfera, în timpul adaptării la întuneric ;

— o sursă luminoasă, reglată printr-un diafragm și care servește pentru testarea sensibilității. Modificarea intensității luminoase cu ajutorul diafragmului are avantajul că asigură constanța compoziției spectrale a stimulului ;

— un tambur pentru înregistrarea rezultatelor și

— o scală pe care sînt notate unitățile de sensibilitate de la 0 la 8. Sensibilitatea retiniană corespunde la 1/intensitatea luminoasă în apostilbi. Deci 1 pe scală corespunde unei intensități luminoase de $1/10$ asb. sau 10^{-1} asb., așa fel încît la 0 corespunde intensitatea luminoasă cea mai mare a stimulului, iar la 8 cea mai mică ;

— o sursă luminoasă de ebluisat de 3000 asb.

Tehnică : examinarea se face în cameră cu obscuritate perfectă. Se fixează meridianul la 12 minute și axul la 0° . Subiectul își fixează capul în mentonieră, cu un ochi acoperit și se conectează 10 minute sursa luminoasă de ebluisare. La sfîrșitul celor 10 minute se stinge lumina în sferă, se depărtează subiectul la 60 cm și fixînd cu privirea punctul roșu al meridianului este întrebare cînd percepe stimulul luminos, proiectat în sferă. Normalii percep în primul minut un stimul de 0,5—1 unități de sensibilitate. Momentul este notat pe schemă printr-o apăsare pe butonul scalei. Se repetă

operațiunea din minut în minut în primele 10 minute și apoi din 5 în 5 minute până la 30 minute, când normalul atinge pragul final la 6 unități de sensibilitate. Rezultatele înscrise pe o schemă, dau curba din fig. 40.

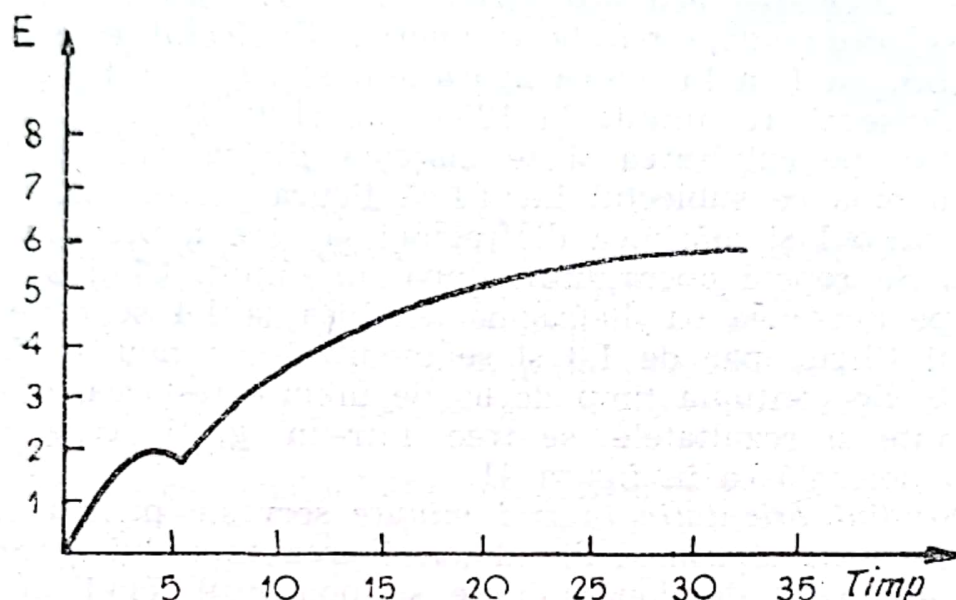


Fig. 40.

Curba de adaptare la aparatul Hartinger.

ADAPTOMETRUL MODEL ADM. este alcătuit din :

— o cupolă cu un orificiu mască pentru aplicat fața. Cupola prezintă în partea opusă imaginea de identificat (cruce, pătrat, cerc). În partea superioară o sursă luminoasă de ebluisat cu o intensitate luminoasă variabilă de la 2500 asb. (1) până la 62,5 asb. (1/40) ;

— o diafragmă, a cărei mărime poate fi reglată de la 0 la 1,4 și un sistem de filtre opace, notate de la 0 la 5,2. Filtrele opace împreună cu diafragma fac să varieze intensitatea luminoasă a stimulului, în timpul adaptării la întuneric. La nevoie se poate conecta în schema optică a aparatului un filtru opac accesoriu ;

— un cronometru și o plăcuță de plastic, luminată prin transparență, pe care se notează în timpul examinării timpul, diafragma și filtrul.

Capul subiectului este acoperit de un cort textil, nemai-fiind necesară o cameră obscură.

Aparatul permite următoarele examinări :

- curba de adaptare la întuneric ;
- studiul orientativ al sensibilității retiniene în trei minute ;

- cercetarea acuității vizuale în iluminare scăzută.

Tehnică : adaptarea la întuneric. Subiectul este așezat sub cort, cu fața în masca aparatului și cu un ochi acoperit. Se ebluisează 10 minute la 1250 asb. (1/2). După 10 minute se întrerupe ebluisarea și se mărește diafragma de la 1,4 spre 0 pînă ce subiectul identifică figura prezentată. Se notează timpul și mărimea diafragmei la care a perceput imaginea. Se repetă operațiunea după un minut. Cînd subiectul percepe imaginea cu diafragma deschisă la 1,4 se conectează primul filtru opac de 1,3 și se modifică din nou diafragma spre 0. Se continuă timp de 60 de minute testarea, din 5 în 5 minute și rezultatele se trec într-un grafic care ne dă curba normală ca în figura 41.

Studiul orientativ în trei minute servește pentru examinări în masă și constă din determinarea timpului între sfîrșitul ebluisării de două minute și momentul cînd subiectul percepe imaginea prezentată la claritatea dată. Valoarea normală este citită în schema aparatului. O prelungire a timpului cu 10 secunde impune repetarea, o prelungire cu mai

mult de 20 de secunde este patologică. Proba se poate efectua pentru diverse nivele de ebluisare.

Determinarea acuității vizuale în iluminat slab. Se folosește mai ales pentru subiecții pînă la 30 de ani, emetropi sau cu vicii mici de refracție (de la -3 pînă la +1,5 dioptrii). Se bazează pe determinarea

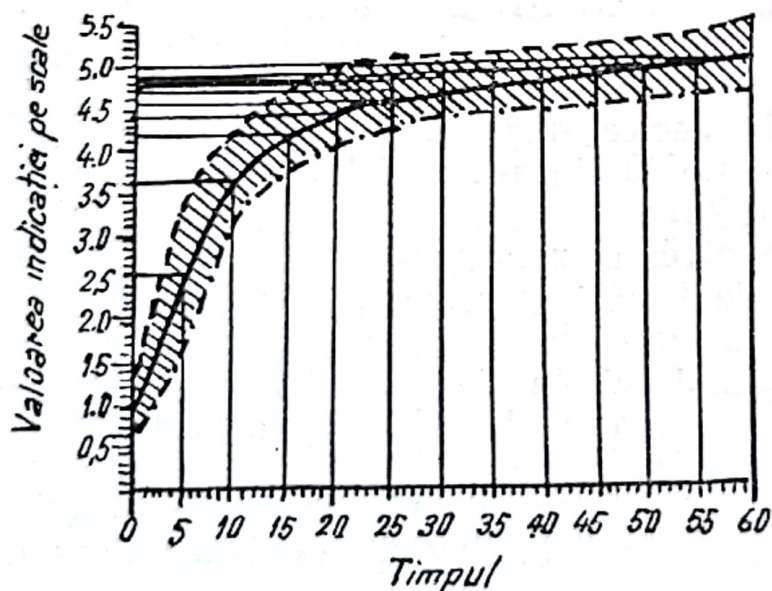


Fig. 41.

Aspectul normal al curbei de adaptare cu adaptometrul Adm.

timpului pentru revenirea acuității vizuale centrale după ebluisare. Se controlează întâi acuitatea vizuală a subiectului. Pentru aceasta filtrul opac este la 0, diafragma la 0 și se aduce în orificiu un optotip. Subiectul îl citește și trebuie să aibă, cu sau fără corecție o acuitate minimă de 0,7. Se fixează apoi diafragma la 0,5, filtrul opac la 1,3, se închide orificiul sferei și se ebluisează două minute. Se notează apoi timpul de revenire al acuității vizuale.

Caracteristici ale vederii nocturne. Vederea nocturnă prezintă următoarele caracteristici :

- o creștere progresivă a sensibilității luminoase ;
- scotom central la obscuritate și dispariția vederii culorilor. Lipsa de funcționalitate a conurilor determină o scădere a acuității vizuale la 1/50 cu un scotom central, care corespunde maculei și o vedere a tuturor obiectelor într-o nuanță cenușie ;
- deplasarea sensibilității ochiului spre lungimea scurtă de undă de la 580 mμ la 520 mμ. Roșul dispare întâi, în timp ce albastrul rămâne vizibil la o iluminare mai slabă (fenomen Purkinje) ;
- modificări ale câmpului vizual cu reducerea lui și mărirea petei oarbe ;
- puterea de refracție crește, constatându-se în timpul nopții o miopie, care poate ajunge până la 3 dioptrii. Aceasta este datorită faptului că radiațiile albastre, la care ochiul este mai sensibil în cursul nopții, focalizează înaintea retinei.

Patologia simțului luminos. Este în primul rînd expresia deficitului calitativ și cantitativ al celulelor fotoreceptoare și în special al articolului extern al bastonașelor. Acest deficit se exteriorizează prin creșterea curbei de adaptare în totalitate sau numai a unuia din segmentele sale.

Incapacitatea ochiului de a se adapta la obscuritate se numește hemeralopie. Ea poate să apară în :

- o distrugere a elementelor fotoreceptoare care explică hemeralopia din coroideremie, miopie degenerativă, coroidite inflamatorii întinse ;
- o leziune a neuronilor de conducere explică hemeralopia din glaucom, dezlipirea de retină, papilita, nevrita optică. Efecte anoxice se exercită asupra celulelor bipolare și ganglionare în timpul zborului de noapte la aviatori, cu o ușoară hemeralopie (Carapancea, Popescu M.) ;



— alterarea mecanismului biochimic al fotopigmenților printr-o deficiență enzimatică transmisă genetic, explică hemeralopia de natură moleculară. În această categorie intră cele mai multe hemeralopii din retinopatiile pigmentare. Epiteliul pigmentar alterat nu mai poate metaboliza vitamina A în retină și constitui forma cis din forma trans. Opsina care rămâne liberă distruge bastonașele (Wirth).

În hemeralopia esențială tip Nougaret leziunea biochimică ar consta dintr-o legătură foarte solidă între cis-retinen și opsină, legătură pe care lumina nu este în stare să o desfacă;

— o deficiență enzimatică determinată de toxine cu degenerarea neuro-epiteliului explică hemeralopiile din retinopatiile toxice (clorochină);

— avitaminoza A determină o hemeralopie carențială. Ea este aproape întotdeauna experimentală. Absența vitaminei A timp de mai multe zile determină o creștere progresivă a segmentului terminal al curbei de adaptare. Forme mai ușoare se întâlnesc în sarcină, diabet, insuficiență hepatică, intoxicație cu alcool, plumb.

Tratament. În afară de hemeralopia carențială în care administrarea de vitamină A 30.000 u zilnic dă rezultate, în celelalte forme de hemeralopie nu există tratament.

IV. CÎMPUL VIZUAL

Explorarea în clinică a cîmpului vizual este necesară deoarece permite cercetarea sensibilității retinei, de a situa o leziune pe căile optice infra sau suprageniculate, de a aprecia sediul și întinderea unei leziuni a scoarței occipitale.

Cîmpul vizual reprezintă ansamblul punctelor din spațiu pe care un ochi imobil le poate cuprinde. Cîmpul vizual al fiecărui ochi luat separat traduce sensibilitatea retinei și aceea a conexiunilor sale centrale.

CÎMPUL VIZUAL MONOCULAR. Retina este sensibilă pînă în vecinătatea orei serrata. Din punct de vedere teoretic toată întinderea retinei sensibilă este aptă de a răspunde la o excitație luminoasă, constituind cîmpul vizual absolut. În practică cîmpul vizual este limitat prin proeminențele regiunilor vecine, determinînd un cîmp vizual relativ, ale cărui limite diferă în funcție de subiect. Limitele periferice ale cîmpului vizual sînt superior de la 45—50°, inferior de la 60—80°, nazal de la 50—60° iar temporal de la 80—90°.

CÎMPUL VIZUAL BINOCULAR. Ansamblul punctelor din spațiu cuprins de cei doi ochi larg deschiși, formează cîmpul vizual binocular. El este alcătuit din ansamblul ce-

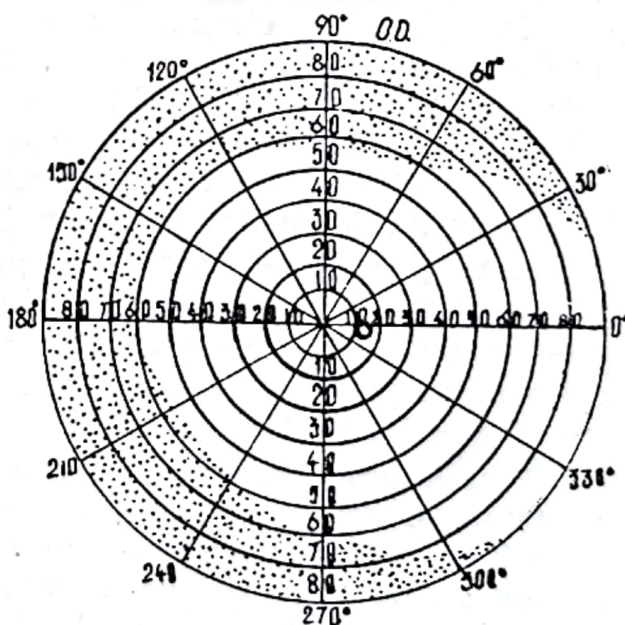


Fig. 42.
Cîmpul vizual monocular.

lor două câmpuri monoculare, suprapuse în partea lor nazală. În mijlocul acestui câmp comun vederea este binoculară. De fiecare parte se află două zone de 30° cu percepție monoculară (fig. 43).

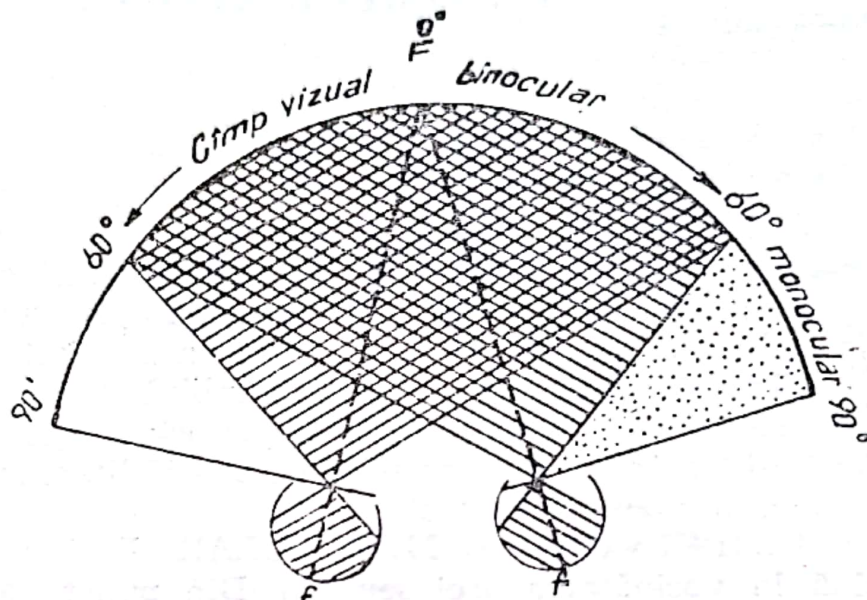


Fig. 43.
Câmpul vizual
binocular.

ELEMENTE ANATOMO-FIZIOLOGICE. În practica curentă înregistrarea câmpului vizual se face fie determinând limitele de percepție ale fiecărui ochi, fie studiind topografia sensibilității retinei în diferitele ei puncte. Este explorată în mod curent sensibilitatea formelor, a culorilor, cât și sensibilitatea diferențială care permite de a aprecia cea mai mică diferență între două puncte inegal luminate.

Retina prezintă următoarele particularități care imprimă anumite caractere câmpului vizual:

— există o reducere a celulelor vizuale de la centru spre periferie, fapt ce determină o diminuare corespunzătoare a sensibilității retiniene;

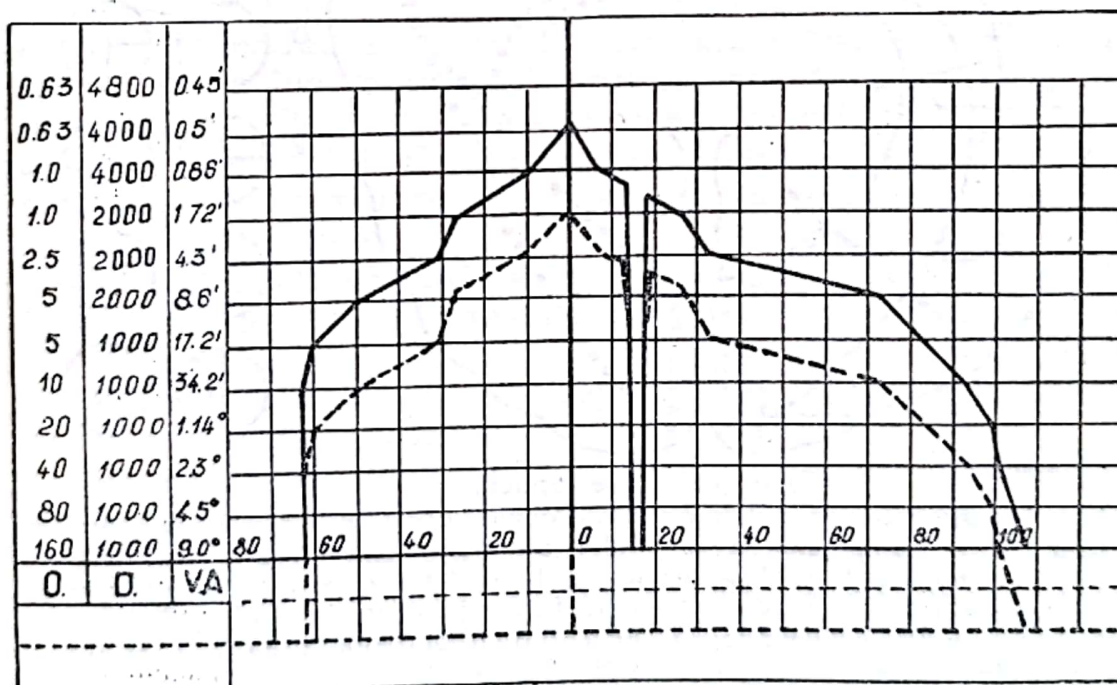
— absența celulelor sensoriale la nivelul papilei se traduce printr-o zonă de insensibilitate în câmpul vizual. Papila fiind situată de partea nazală în raport cu foveea și puțin deasupra ei, pata oarbă este situată în câmpul vizual în afara punctului de fixație și dedesubtul meridianului orizontal;

— absența bastonașelor la nivelul foveei determină un scotom fiziologic la întuneric;

— conexiunile mai multor celule vizuale cu o singură celulă ganglionară, în afara retinei centrale, permit procesul de sumare spațială și o sensibilitate diferențială ;

— sensibilitatea retiniană scade progresiv spre periferie. Astfel, în explorarea retinei, schimbând intensitatea excitației cu un index din ce în ce mai mic, sau cu o intensitate din ce în ce mai scăzută, indexul perceput în partea centrală a câmpului vizual va deveni imperceptibil spre periferie. Se delimitează astfel zone de sensibilitate identică sau zone de izoacuitate numite izoptere de sensibilitate. În practică se cercetează punctele cu izoacuitate, deci principalele izoptere de sensibilitate.

La nivelul chiasmei, fibrele venite din jumătatea externă a retinei constituie fascicolul direct și ocupă marginea externă a chiasmei, în timp ce fibrele venite din jumătatea nazală a retinei ocupă marginea internă și constituie fascicolul încrucișat. Fibrele maculare se întretaie parțial în vecinătatea unghiului posterior, formând o „mică chiasmă în chiasmă“.



La nivelul bandeletelor optice se face unirea fibrelor corespondente din cele două retine. Fibrele ieșite din hemiretina temporală ajung direct în bandeleta homolaterală,

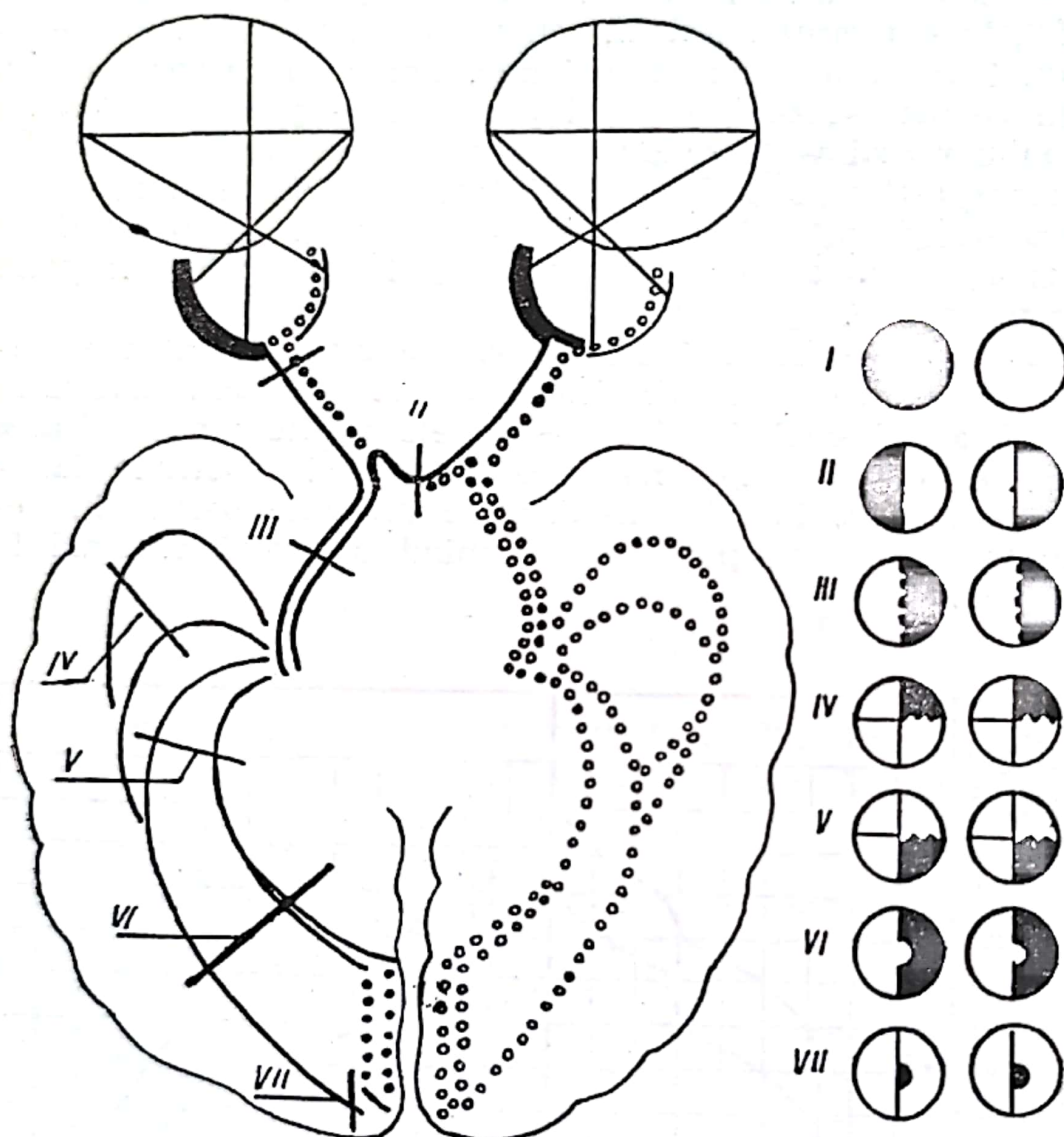


Fig. 45. Căile optice.

I - întreruperea conductibilității în nervul optic cu cecitate unilaterală ; II - compresiunea unghiului anterior al chiasmei cu hemianopsie bitemporală ; III - leziune a bandetei optice stângi cu hemianopsie dreaptă ; IV - lezarea fascicolului inferior al radiațiilor optice stângi cu hemianopsie în cadranul superior drept ; V - lezarea fascicolului superior al radiațiilor optice stângi cu hemianopsie în cadranul inferior drept ; VI - lezarea celor două fascicule reunite ale radiațiilor optice din stînga cu hemianopsie homonimă și respectarea maculei ; VII - leziune ce interesează polul occipital de partea stîngă cu scotom central hemianopsic drept.

unde se unesc cu fibrele hemiretinei nazale de la celălalt ochi. Astfel bandeleta dreaptă corespunde jumătății drepte a câmpurilor vizuale, iar cea stângă jumătății stângi a câmpurilor vizuale. În bandeleta optică vom găsi :

- fibre directe, venite din jumătatea temporală a retinei de aceeași parte ;
- fibre încrucșate, venite din jumătatea nazală a retinei din partea opusă ;
- fibre maculare, venite din aceeași parte și din partea opusă.

În corpii geniculați externi, fibrele nervoase fac releu fără a suferi modificări evidente în dispoziția lor.

Prin radiațiile optice, căile vizuale centrale părăsesc corpii geniculați pentru a ajunge la scizura calcarină. În radiațiile optice, fibrele sînt etalate într-o bandă largă :

— cele provenite din cadranul superior homonim al celor două retine formează fascicolul superior al radiațiilor optice. Acesta tapetează fața externă a cornului occipital al ventriculului lateral și se îndreaptă direct spre buza superioară a scizurii calcarine ;

— fibrele provenind din cadranul inferior homolateral al celor două retine formează fascicolul inferior al radiațiilor optice. El se îndreaptă la început înainte, formînd ansa temporală a lui Flechsig, care înconjoară ca într-un cornet fața externă a cornului sfenoid al ventriculului lateral, apoi se incurbează în urmă pentru a ajunge la marginea inferioară a scizurii calcarine.

În scoarța occipitală se produce o veritabilă proiectare topografică a retinei la nivelul ariei striate (fig. 46).

— jumătatea superioară a fiecărei retine, tradusă în câmpul vizual inferior este reprezentată pe marginea superioară a scizurii calcarine.

— jumătatea inferioară a fiecărei retine, tradusă în câmpul vizual inferior, este reprezentată pe marginea superioară a scizurii calcarine ;

— părțile periferice ale retinei sînt proiectate la partea anterioară a ariei vizuale, cu atît mai înainte cu cît ele sînt mai periferice. Semiluna temporală se proiectează la partea cea mai anterioară a marginii calcarine ;

— macula este proiectată la partea posterioară a scizurii calcarine a polului occipital, cu o arie de proiecție foarte în-



tinsă. Macula are o reprezentare bilaterală datorită fibrelor directe și a celor încrucișate. Astfel, un punct fixat de macula celor două retine este proiectat la nivelul ambilor centri corticali.

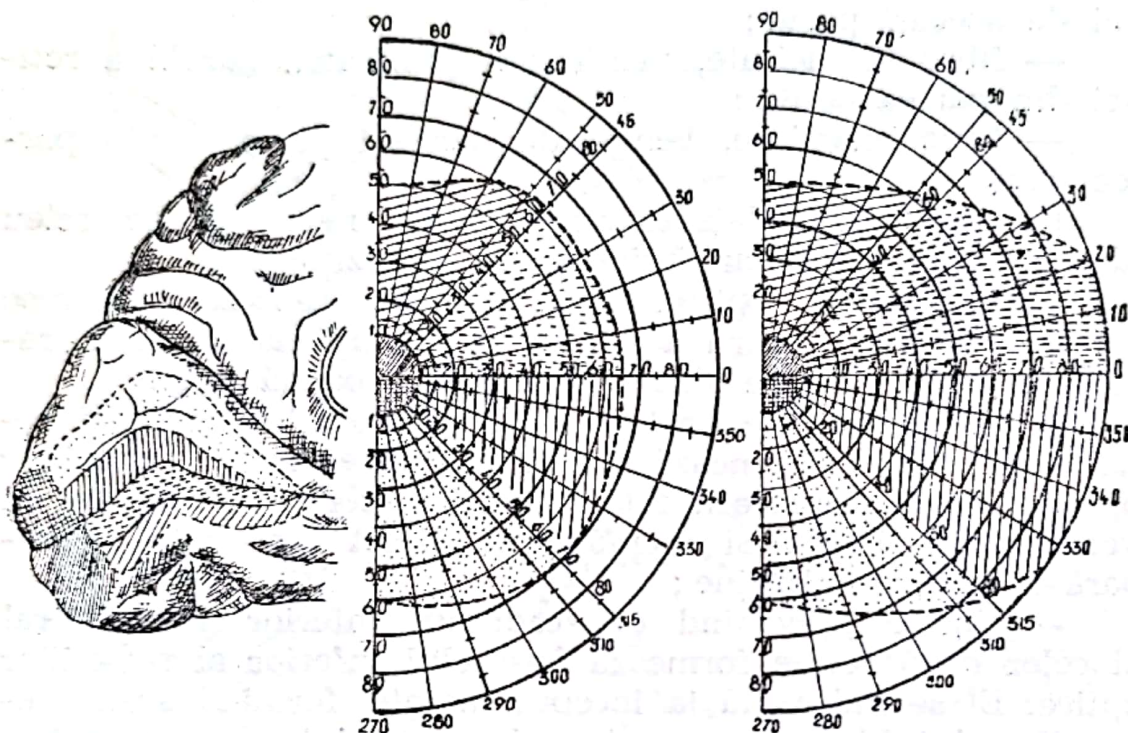


Fig. 46.

Proiecția diferitelor sectoare ale câmpului vizual la nivelul scizurii calcarine.

Rolul examinării câmpului vizual. Examinarea câmpului vizual permite :

- diagnosticul pozitiv al unei leziuni;
- diagnosticul topografic al diferitelor leziuni;
- urmărirea evoluției afecțiunii.

FACTORII CE INFLUENȚEAZĂ CÂMPUL VIZUAL

Perceperea unui test în câmpul vizual este în funcție de numeroși factori. Unii sînt obiectivi, determinați de aparatul utilizat, iar alții sînt fiziologici, în funcție de subiectul examinat.

Factori obiectivi

Iluminarea fondului. Există variații mari ale cîmpului vizual în funcție de iluminarea fondului, mai ales în examinarea scotopică și mezopică.

Suprafața testului. Pragul coboară cînd suprafața testului crește. Un test mare este perceput mai bine la periferie decît unul mic, din cauza scăderii sensibilității retinei la periferie. Nu atît mărimea testului contează, cît dimensiunea imaginii retiniene, deci mărimea angulară. De aceea, este recomandat de a se prezenta teste circulare.

Intensitatea luminoasă a testului. Dacă iluminarea fondului rămîne fixă, cu cît intensitatea luminoasă a testului va fi mai mare, cu atît va fi mai bine perceput. Prin modificarea acestor două constante, suprafața testului și intensitatea sa luminoasă, se pot obține teste cu egală eficiență. Relații între intensitate și suprafața testului sînt date prin legea lui Ricco (pag. 22) :

$$\sqrt{\text{pragul de intensitate}} \times \text{diametrul angular al suprafeței} = K \\ (K = \text{constant}).$$

Această lege este valabilă pentru maculă, dar nu și pentru periferie, unde este valabilă legea lui Piper :

$$\text{pragul de intensitate} \times \sqrt{\text{suprafața stimulată}} = K \\ (K = \text{constant})$$

Studiul sumărilor nu a putut fi utilizat în clinica curentă pentru cercetarea pragului luminos absolut, ci numai pentru studiul pragului diferențial și acesta este principiul perimetriei cu două variabile. Testul este prezentat pe o durată nelimitată, pe un fond constant iluminat și etalonat, iar pragul este atins atunci cînd testul apare diferit de fondul pe care el este prezentat. Acest contrast între test și fond poate corespunde la mai multe mărimi ale testului și la mai multe nivele de iluminare a testului. Este posibil deci, ca modificînd acești doi factori, intensitatea luminoasă și suprafața testului în mod invers, să se obțină teste de eficiență egală. La un test cu iluminare mare și dimensiune mică, poate fi obținută aceeași limită ca la un test cu iluminare slabă dar cu o suprafață mare.



Goldmann arată că legea care leagă aceste două elemente poate fi exprimată sub formă :

$$\text{intensitate} \times \text{suprafață}^K = \text{constantă}$$

unde K este numit coeficient de sumație. În aparatul lui Goldmann suprafața și intensitatea luminoasă a testului sînt astfel alese încît formula precedentă se simplifică pentru a deveni :

$$\text{intensitate} \times \text{suprafață} = \text{constantă}$$

Un tablou anexă, pe care sînt înscrise intensitatea luminoasă pe orizontală și suprafața pe verticală (fig. 47), ne arată pe diagonală combinarea între intensitate și suprafața echivalentă.

Aceasta se explică prin faptul că la nivelul retinei, în afara maculei, mai multe celule receptoare sînt aferente unei celule ganglionare. Admițînd că senzația este unică în funcție de cantitatea de energie primită, același prag poate fi atins cu o suprafață mică intens luminată sau cu o suprafață mare slab luminată.

Dizarmoniile fotometrice sînt tulburări de sumație spațială și se întîlnesc teoretic în acțiuni retiniene preganglionare.

intensitatea testului

	No	4	3	2	1
<i>mărimea testului</i>	0				
I					
II					
III					
IV					
V					

Fig. 47.

Raportul între mărime și intensitatea luminoasă a testului.

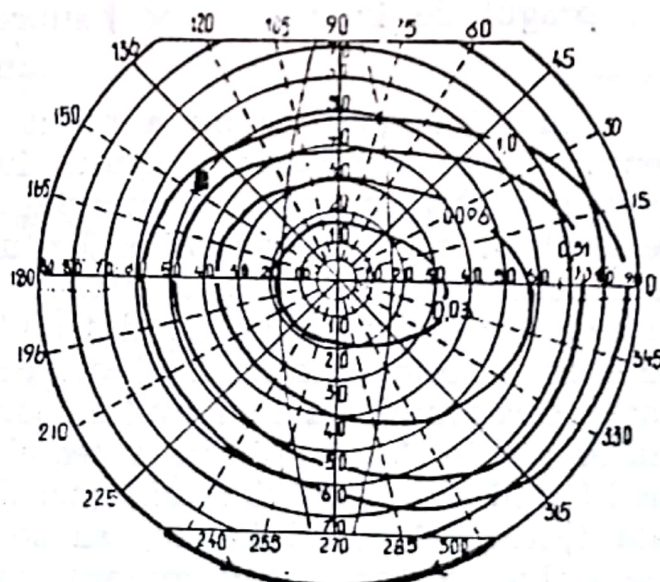


Fig. 48.

Izoptere normale ale cimpului vizual.

Viteza de prezentare a testului. În perimetria cinetică se cercetează un izopter care este linia ce reunește puncte ale cimpului vizual cu aceeași sensibilitate. O viteză de prezentare prea mare a testului ridică pragul, de aceea se alege o viteză pe cât posibil constantă de 5°/secundă.

Durata de prezentare a testului, interesează perimetria statică. Testul aici este imobil ca topografie și dimensiuni. Se modifică numai intensitatea luminoasă, care explorează pragul percepției, mergînd de la infraliminar la liminar. Astfel, perimetria statică permite de a diferenția un prag caracteristic unui punct dat. Cînd durata de prezentare a testului este mai mică de o secundă, pragul crește direct proporțional cu coborîrea duratei. Se alege o durată de prezentare a testului între 0,5—1 secundă.

Calitatea luminii. Se utilizează de obicei o sursă luminoasă cu lumină albă, a cărei temperatură a culorii rămîne constantă. De aceea aparatele cu sursă luminoasă unică, interesînd atît fondul cît și testul, sînt cele mai bune. La nivelul maculei, utilizînd aceeași culoare pentru fond și test, se constată că pragul crește cu lungimea de undă. În periferia retinei studiul acestor factori devine mult mai complex. În perimetria statică un stimul roșu determină o descreștere a sensibilității retiniene mai mare spre periferie; un stimul albastru determină o depresiune la nivelul maculei.

Factori fiziologici

Topografia retiniană. Sensibilitatea retiniană scade spre periferie datorită distribuției inegale a celulelor senzoriale și a dualității funcționale a retinei.

În funcție de condițiile de explorare se cercetează fie activitatea conurilor (fotopică), fie a bastonașelor (scotopică), fie a conurilor și bastonașelor împreună (mezopică):

— în determinarea fotopică, curba prezintă o creștere centrală, care corespunde maculei. De o parte și de alta sensibilitatea scade apoi rapid, panta fiind mai abruptă de partea nazală decît de cea temporală (fig. 49);

— în determinarea scotopică, traseul prezintă din contra o depresiune centrală, care separă două proeminente, apoi sensibilitatea descrește din nou. Depresiunea centrală corespunde



punde scotomului central la obscuritate, care este relativ, deoarece dispare cu un test suficient de mare. Sensibilitatea de aici este aceeași ca la 80° excentricitate. Scotomul central

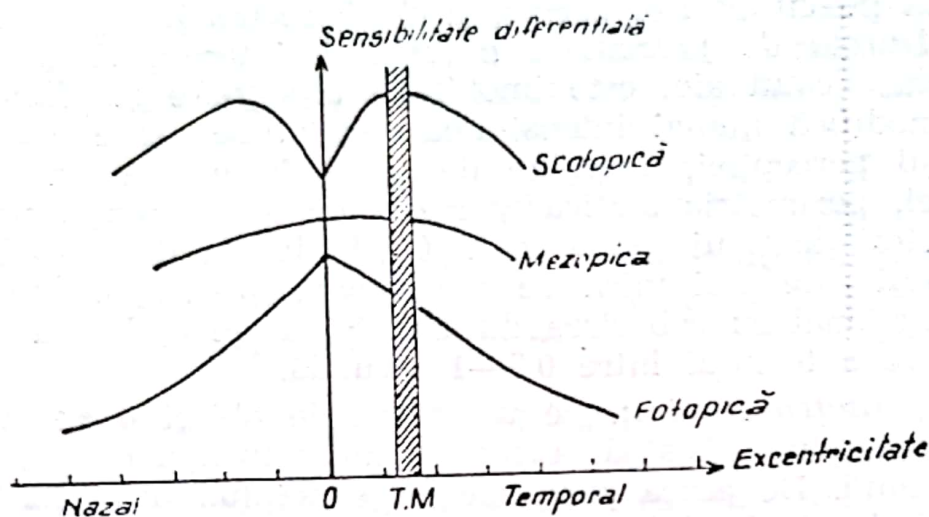


Fig. 49.

Variații ale sensibilității diferențiale a retinei în vederea scotopică, mezopică și fotopică.

se întinde pe o distanță de 3° în jurul punctului de fixație și are un aspect piriform. El este înconjurat de o zonă de mare sensibilitate;

— în determinarea mezopică, curba are o formă intermediară cu aspect de boltă turtită.

Diametrul pupilar, influențează câmpul vizual:

— miozisul accentuat determină o diminuare a cantității de lumină ce pătrunde în ochi și poate provoca un scotom central atunci când există tulburări ale mediilor oculare. Diminuarea diametrului pupilar sub 3 mm antrenează o strîmtoare a izopterelor în perimetria cinetică și o creștere a pragurilor în perimetria statică. Glaucomatoșii sub pilocarpină trebuie dilatați în special în perimetria cinetică (excepție face glaucomul cu unghi închis, neoperat);

— o midriază puternică determină tulburări de acomodare cu o falsă creștere a câmpului vizual. Între 3—5 mm diametru pupilar, câmpul vizual este identic. De aceea trebuie notat diametrul pupilar pentru o bună interpretare a rezultatelor.

Adaptarea retiniană. Sensibilitatea retiniană devine maximă după 15 minute de adaptare la intensitatea luminoasă a fondului. Este necesar de aceea ca înainte de începerea examinării, subiectul să fie adaptat 10—15 minute la lumina cupolei, mai ales atunci când se fac explorări cu intensități luminoase joase. Aceasta pentru a nu fi reduse artificial izopterele.

Refracția. Întinderea câmpului vizual este puțin influențată de ametropie. În viciile de refracție imaginea testului nu este clară, dar conexiunile celulelor vizuale permit o sumă spațială a influxului nervos. Corectarea viciilor de refracție este obligatorie, precum și a insuficienței de convergență. Dacă se practică examenul la 1 metru, se poate aplica echivalentul sferic al corecției totale la care se adaugă jumătate din cilindru (ex.: +2 sferic combinat cu cilindru +2 ax 0° se corectează cu +3 sferic). În perimetrie se corectează atât viciul de refracție cât și presbiopia. Armaly arată 60% scotoame relative în diagnosticul glaucomului incipient, care dispar la o corecție optică adecvată.

Ochelarii determină o amputare a câmpului vizual. Lentilele convexe strîmtoarează câmpul vizual, cele concave îl măresc prin efectul prismatic pe care îl au. La fel, lentilele fumurii diminuează izopterele. Soluția cea mai bună ar fi utilizarea lentilelor de contact (fig. 50). În prezența unui deficit

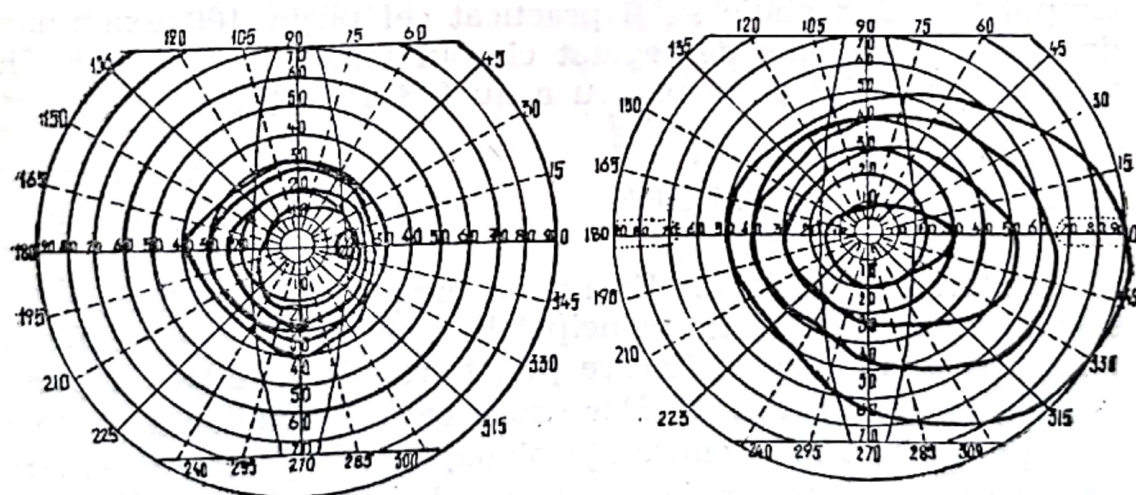


Fig. 50.

Aspectul câmpului vizual în afakie cu ochelari și lentile de contact (după Massin).



perimetric, trebuie controlată corecția optică și eventual adăugat sau retras o dioptrie.

Reliefulile faciale influențează izopterele periferice. Astfel, o regiune nazală proeminentă poate da o ancoșă în câmpul vizual. O pleoapă ptozată limitează partea periferică a izopterului superior.

Vîrsta subiectului. După 45 ani sensibilitatea retiniană diminuează prin reducerea diametrului pupilar, alterarea transparenței mediilor, îmbătrînirea celulelor fotoreceptoare. Acestea se traduc printr-o reducere a izopterelor.

Cooperarea subiectului este un factor important, câmpul vizual fiind dificil de înregistrat la persoane neatențe. Se verifică de obicei colaborarea subiectului prin explorarea petei oarbe. Dacă aceasta nu poate fi individualizată, atunci subiectul nu cooperează. Se repetă explicațiile cu privire la examinare, fie imediat, fie a doua zi, ținînd seama și de oboseala subiectului. Cercetarea câmpului vizual devine dificilă la copii, traumatizați cerebral, aterosclerotici.

Experiența observatorului. Are o mare importanță mai ales cînd este efectuat cu același aparat, examinatorul cunoscînd bine deficitale perimetrice în afecțiunea respectivă. Se va selecționa un test convenabil și anume cel mai mic care delimitează bine pata oarbă. Cu acest test este sigur că se vor decela și eventualele scotoame. Asistentă medicală, care efectuează câmpul vizual, trebuie să fi practicat cel puțin 100 examinări de rutină. Este bine de repetat câmpul vizual, fără a pune la dispoziție vechiul câmp pentru a nu fi influențat.

TEHNICI DE EXPLORARE

Notarea rezultatelor. Examenul câmpului vizual determină sensibilitatea retinei în principalele sale puncte și pentru a transcrie pe o schemă, fiecare punct trebuie să aibă un punct omolog la nivelul retinei. Dar deoarece o emisferă nu poate fi transpusă exact pe o suprafață plană, este imposibil geometric de a se reprezenta grafic o corespondență riguroasă. În practică este adoptată proiecția polară echidistanțată. Razele graficului corespund meridianului sferic, cercurile concentrice para-

lelelor. Centrul corespunde punctului de fixație (fig. 51). Pe fiecare fișă se va nota: timpul de adaptare, diametrul pupilar, corecția purtată, aparatul la care s-a făcut examinarea, distanța pentru campimetre, gradul de colaborare al bolnavului.

APARATE. În practica curentă este necesar de a recurge la tehnici precise, fapt care face ca aparatele utilizate să fie bine standardizate. Pentru sistematizare le putem clasifica:

— după suprafața fondului: ele pot fi plane (ecrane campimetrice) și semicupole (perimetre);

— după luminajul fondului: fotopice, mezopice, scotopice;

— după modul de prezentare a testului: cinetice, statice;

— după numărul variabilelor: o singură variabilă (mărimea testului), două variabile (mărimea și intensitatea luminoasă a testului), mai multe variabile (unde diferă și intensitatea luminoasă a fondului).

CAMPIMETRIA.

Campimetrul este un ecran plan, marcat de un punct central pe care ochiul trebuie să-l fixeze, atunci când este

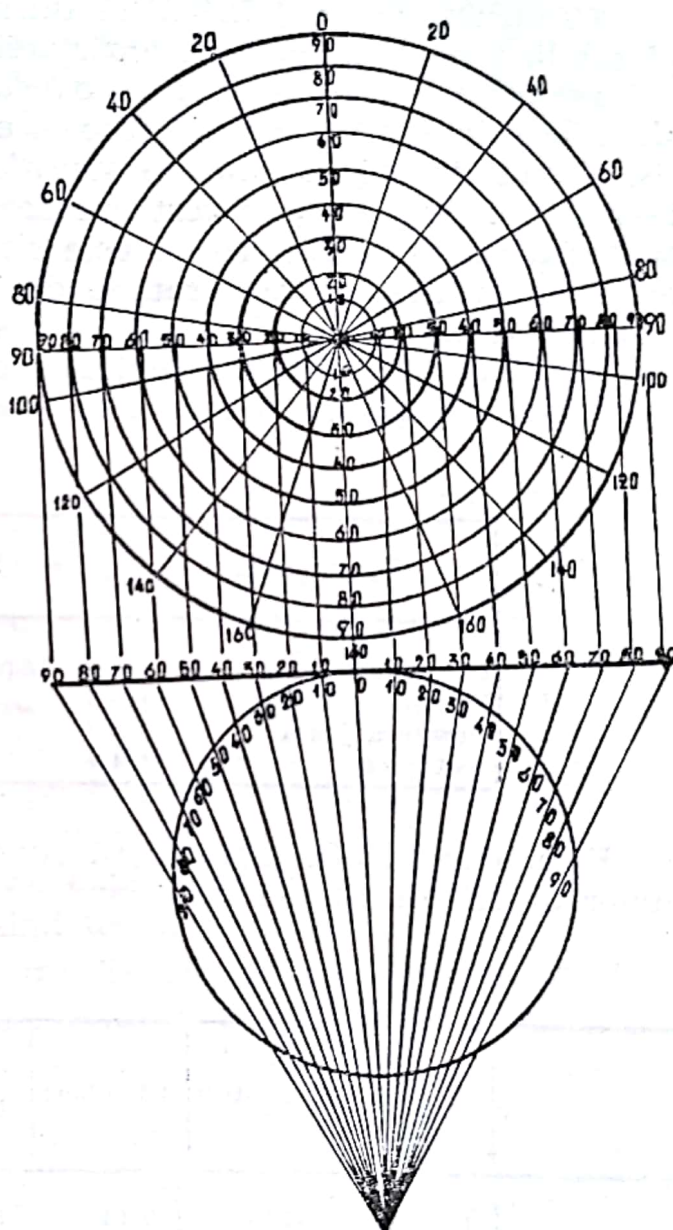


Fig. 51.

Proiecția echidistanțată a unei sfere pe un plan, pentru transcrierea schemei perimetrice.



adus un test pe suprafața sa. Culoarea ecranului este neagră sau cenușie. Suprafața testului și iluminarea fondului trebuie să fie standardizate.

CAMPIMETRUL WECKER utilizează un ecran de 1 m^2 , iar subiectul de examinat se află la distanța de 1 m.

CAMPIMETRUL BJERRUM utilizează un ecran de 2 m^2 , plasat la 2 m de subiect. Îndepărtarea de ecran permite de a obține cu un indice mai mare la o distanță mai mare, o dimensiune angulară mică, ceea ce face ca examenul să fie mai precis. Testul trebuie să aibă o suprafață bine definită de la 1—30 mm. Bagheta port-test are aceeași culoare cu ecranul, pentru a nu fi văzută. Testul este situat pe o parte a baghetei, încât printr-o simplă rotație de 180° putem prezenta și ascunde testul într-o fracțiune de secundă, fără deplasare.

Iluminarea poate fi fotopică, mezopică înaltă, mezopică joasă sau scotopică.

Tabel III

Examinarea	Fondul	Testul
Fotopică	7,5 UL psb	8,4 UL psb
Mezopică înaltă	6,3 „	7,6 „
Mezopică joasă	5,3 „	6,6 „
Scotopică	4,7 „	5,4 „

Este bine ca oftalmologul să cunoască echivalențele diferitelor unități de iluminare :

Tabel IV

	1 stilb	1 apostilb	1 lambert	1 mili-lambert	1 foot-lambert	1 nit
1 stilb	1	31400	3,14	3140	2920	10000
1 apostilb	0,000318	1	0,0001	0,1	0,1929	0,3184
1 lambert	0,318	10000	1	1000	929	3184
1 mililambert	0,000318	10	0,001	1	0,929	3,184
1 footlambert	0,000343	10,76	0,00108	1,08	1	3,43
1 nit	0,0001	3,14	0,000314	0,314	0,292	1

Avantajele campimetriei :

- este cea mai bună metodă de examinare a părții centrale a câmpului vizual ;
- materialul utilizat este simplu, fixarea capului nu este absolut necesară ;
- examinarea este rapidă și nu obosește pe bolnav ;
- deficitel campimetrice ocupă o suprafață mai întinsă. Astfel, la distanța de 1 m pata oarbă are dimensiuni 96×132 mm, iar la 2 m 193×263 mm. Acest fapt permite de a se putea decela scotoame mici izolate în aria Bjerrum.

Dezavantajele campimetriei :

- determină o deformare tangențială a periferiei câmpului vizual. Dar alterațiile periferice se asociază de obicei cu alterație centrală ;
- nu poate fi controlată fixarea bolnavului. Acest lucru se înlătură reexaminând întinderea meridianului orizontal al petei oarbe.

Tehnică. Subiectul poartă corecție optică pentru distanța de 1 sau 2 m. Se alege dimensiunea testului în funcție de acuitatea vizuală. La un subiect normal, sub 50 ani, câmpul vizual este explorat cu un test de 1/1000 (1 mm diametru, examinare la 1 m). Acest test trece în medie la 23° de punctul de fixație. După 50 ani, testul utilizat va fi 1,5/1000. Dacă acuitatea vizuală este scăzută la 5/10, va fi utilizat un test 3/1000.

Examinarea începe prin delimitarea limitei de partea centrală a petei oarbe, mai ușor de sesizat. Astfel se controlează și fixarea subiectului. Se explorează în continuare zona Bjerrum, arătând și ascunzînd testul prin rotire.

Campimetre maculare. Testele Haitz sînt utilizate în explorarea câmpului vizual central. Se utilizează cartoanele lui Haitz adaptate la stereoscopul Holmes. Acesta este constituit din două lentile, formate din combinarea unei prisme de 12 dioptrii cu baza temporal și a unei lentile sferice convexe de 5 dioptrii, pentru suprimarea acomodăției. Un perete median vertical, interpus între prisme, individualizează imaginile văzute cu cei doi ochi. (fig. 52). Imaginile se fuzionează și maculele se găsesc astfel bine imobilizate pe centrul schemei de fuziune a cartoarelor Haitz.



Fiecare din schema cartonului Haitz este explorată succesiv cu ajutorul unor mici teste albe. Se determină astfel forma și întinderea scotomului.

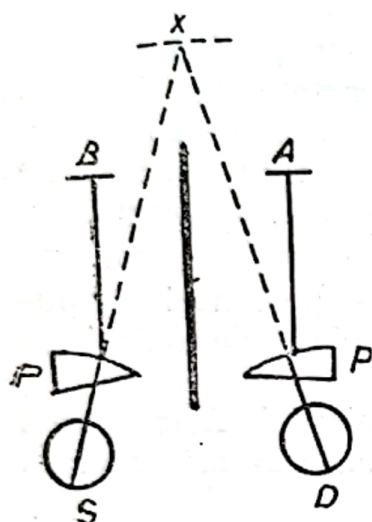


Fig. 52.

Principiul stereoscopului Holmes cu cartonașe Haitz.

ecran mic patrat, așezat la 19 cm distanță de ochi, prin care se determină umbra vaselor retiniene în câmpul vizual de o parte și de alta a petei oarbe. Testele utilizate sînt de 0,3—0,7 și 1 mm. Subiectul privește câmpul printr-o lentilă convexă de 5,25 dioptrii. Examenul poate fi făcut în fixare monoculară, dar există stereocampimetrul binocular tip Lloyd, unde se utilizează fixarea binoculară. Luminajul este asigurat prin 60—80 lămpi. Fondul campimetrului are o iluminare de 4—5 asb. Se pun în evidență astfel de-

Testele lui Amsler sînt împărțite în 10 cm cu dimensiuni interioare de cîte 5 mm. Plasate la distanța normală de lectură de 33 cm, testele lui Amsler permit explorarea unei arii centrale de 10° de o parte și de alta a punctului de fixație, deci a zonei maculare. La această distanță corespunde o dimensiune angulară de 20° pentru patratele mari și 1° pentru patratele mici. Explorarea se face din grad în grad pe o arie de 10° în jurul fiecărui punct de fixație, subiectul fixînd punctul central.

ANGIOSCOTOMETRIE

Angioscotometria și schiascotometria sînt explorări campimetrice. Angioscotometrul descris de Evans (1938) este un

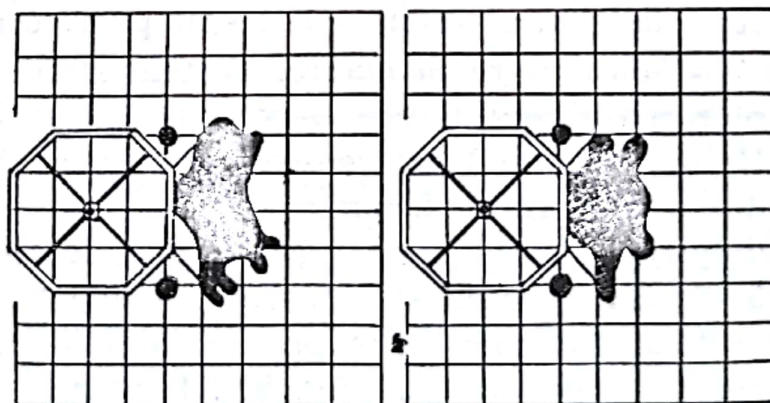


Fig. 53.

Angioscotomul normal (după Sedan).

ficitele care pleacă de la pata oarbă, urmînd umbra vaselor retiniene atît superior cît și inferior, cu aspect de „deget de mînușă“ (fig. 53).

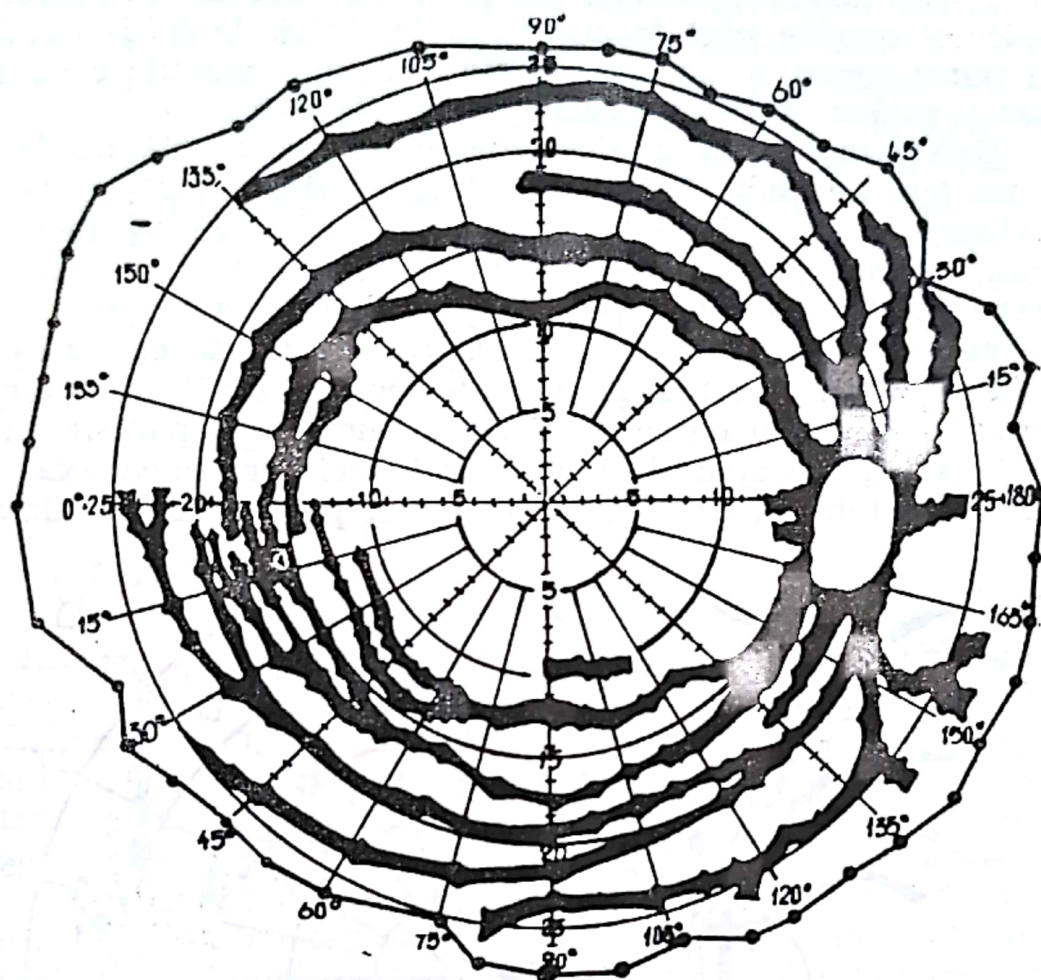


Fig. 54.

Inregistrarea angioscotoamelor la ecran Bjerrum cu o iluminare de 40 luchi și un test alb 1/1 000 (Weekers și Humboldt).

Există în angioscotometrie o zonă de umbră corespunzătoare petei lui Mariotte și a marilor vase juxtapapilare, care sînt scotoame relative, labile, ce pot apare și dispăre sub influența diferiților factori.

Weekers și Humboldt (1945) utilizează pentru cercetarea angioscotoamelor un ecran plan Bjerrum, situat la 1 m, centrat printr-un punct de fixație roșu, în condiții de iluminaj de 90, 30, 10, 3 și 0,1 luchi pe fond negru. Testele utilizate

sînt între 1—15 mm. Subiectul este adaptat 15 minute la lumina fondului ecranului. Viteza de deplasare a testului trebuie să fie 1° în 2 secunde; se impune abordul perpendicular al scotoamelor. Autorii au putut urmări astfel prezența angioscotoamelor pînă la periferia fundului de ochi (fig. 54). Au putut compara astfel prezența umbrelor vasculare cu dispoziție anatomică a vaselor retiniene (fig. 55).

Existența acestor angioscotoame este explicată de faptul că un test de slabă intensitate dacă se deplasează pe retină și ajunge la nivelul unui perete vascular, scotomul apare datorită încetării excitației și a senzației luminoase. Atunci cînd acest test atinge cealaltă parte a peretelui vascular, este necesar, pentru ca senzația să reapară, ca mai multe celule să fie rapid excitate. Acest fapt nu este posibil decît atunci cînd testul a parcurs o oarecare distanță după ce a părăsit vasul. Angioscotoamele apar deci mai largi decît grosimea exactă a vasului. O tehnică experimentală a fost propusă de Goldmann

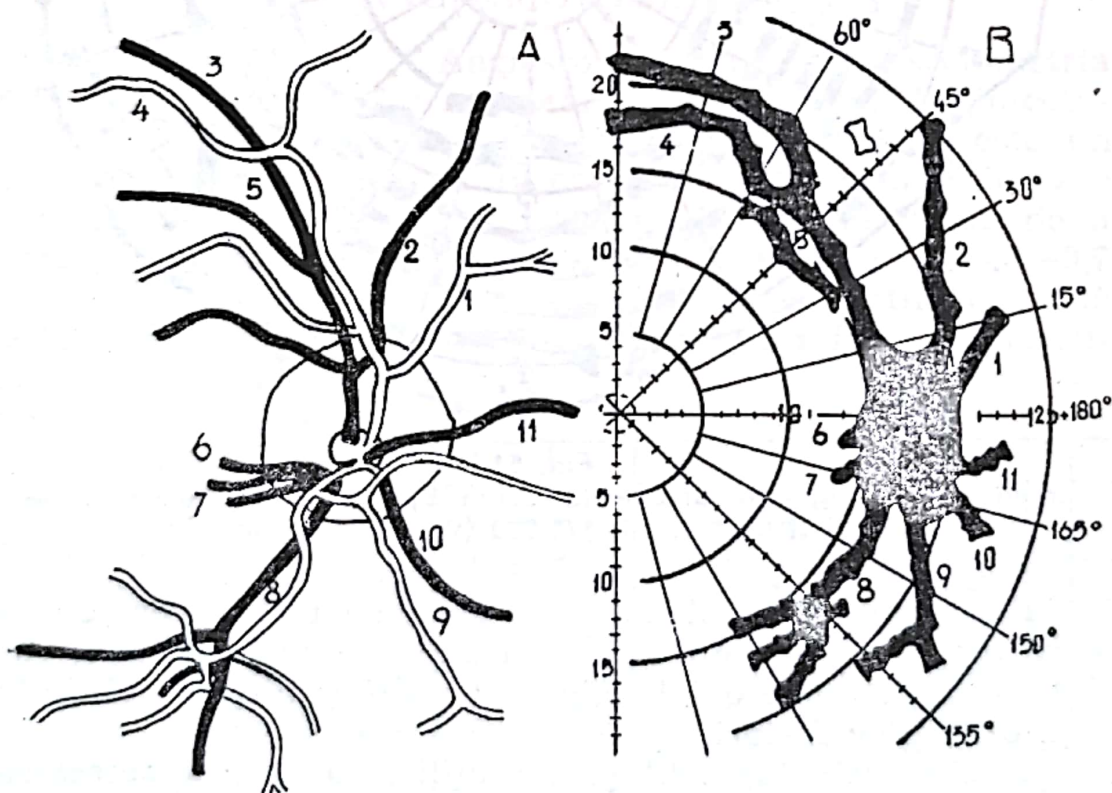


Fig. 55.

Compararea angioscotoamelor cu dispoziția anatomică a vaselor retiniene (Weekers și Humboldt).

(1947). El arată că angioscotoamele pot fi puse în evidență la perimetru cu un test de 0,275 mm diametru, pe un fond iluminat 45 asb, cu un contrast de 10. Angioscotoamele sînt cu atît mai largi cu cît contrastul diminuează. Mai bine sînt evidențiate pe un ecran plan de 60 cm, cu o iluminare a fondului de 4—5 asb și cu un test de 0,5 mm. Se pot obține astfel variații fiziologice ale angioscotoamelor, cu mărirea lor la compresiunea globului, compresiune pe ochiul controlateral, sau la compresiunea marilor vase ale gîtului. Acest fapt confirmă că angioscotoamele sînt determinate de modificări ale sensibilității retiniene și nu de leziuni tisulare organice, așa cum a crezut inițial Evans.

Plecînd de la aceste date, Goldmann a indicat tehnica schiascotometriei prin modificarea percepției unui test mobil la limita unui scotom, produs artificial în cîmpul vizual. El explorează astfel variații ale sensibilității retiniene.

SCHIASCOTOMETRIA

Este o tehnică inițiată de Goldmann (1948) și pusă la punct de Gafner (1954, 1957), prin care se produc scotoame artificiale în cîmpul vizual, la limita cărora este posibil de a se studia întîrzierea apariției percepției vizuale. Goldmann a arătat importanța teoretică dedusă din studiul angioscotoamelor, unde survin modificări de receptivitate retiniană în jurul vaselor, în timpul percepției unui test mobil. Prin această metodă se cercetează întîrzierea percepției retiniene, adică inerția retinei atunci cînd testul se deplasează cu o viteză constantă și este mascat în cîmpul vizual.

Pentru prima dată Goldmann creează, pe un ecran Bjerrum, un scotom artificial, independent de vasele retinei, și arată că dimensiunile acestui scotom se pot modifica sub aceleași influențe ca și angioscotoamele.

Gafner adaptează la perimetrul Goldmann, în interior, o baghetă care întrerupe traiectul testului proiectat de braț, producînd o zonă de umbră de $4^{\circ},5$ pe cupolă. Deplasarea testului este uniformă, realizată cu ajutorul unui motorăș, cu o viteză constantă de 1° în 2 secunde. Rezultatele sînt înregistrate pe un grafic, fiind notate pe ordonată secunde de apariție a schiascotomului, iar pe abscisă topografia lui în



grade (fig. 56). Această lărgire rezultă dintr-un fenomen de sumăție spațială. În teritoriul periferic al retinei răspunsul unei celule bipolare este determinat de excitarea mai multor

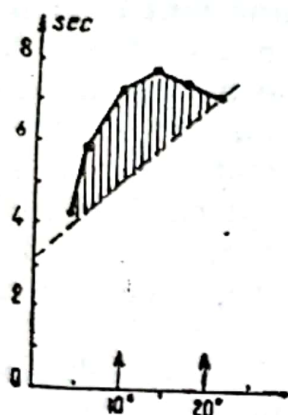


Fig. 56.

Lărgirea schiascotomului în meridianul vertical inferior între 10–20° la un bolnav cu glaucom și cu cîmp vizual normal (Gaffner).

elemente fotoreceptoare; răspunsul unei celule ganglionare este determinat de excitarea mai multor celule bipolare; percepția corticală a testului impune stimularea mai multor celule ganglionare. Aceste fenomene de sumăție se repetă de la un etaj nervos la altul, fiind influențate de unele stări patologice ca anoxie, substanțe toxice. Stimulul, devenit infraliminar în zona de umbră, nu recuperează decît cu oarecare întârziere caracterul său de excitant supraliminar.

Factorii care lărgesc angioscotomul, lărgesc și schiascotomul. Mărirea aceasta a schiascotomului este un simptom precoce de tulburare a conductibilității nervoase în glaucom. O hipertensiune oculară experimentală provoacă o lărgire a schiascotomului printr-o tulburare de irigare sanguină.

PERIMETRIA

Arcurile perimetrice utilizează teste albe de diferite mărimi, luminajul fiind natural (Röenne, Traquair). Pun greu în evidență pata lui Mariotte și modificări ale izopterelor centrale care sînt mai bine evidențiate prin campimetrie.

Perimetrele cu cupolă sînt aparate cu un înalt grad de standardizare, fapt care permite compararea cîmpului vizual luat cu același test de examinatori diferiți. Aparatul cel mai utilizat este al lui Goldmann (firma Haag-Streit, Berna). Are raza de 30 cm, iar fondul este alb mat. Posedă un sistem constant de iluminare al fondului și un proiector de test cu un indice mobil, cu suprafața și intensitatea luminoasă variabilă, în timp ce fondul rămîne fix ca valoare. Suprafața testului scade în progresie geometrică: 64, 16, 4, 1, 1/4, 1/16 mm; intensitatea luminoasă crește în progresie geometrică: 1/0,3; 1/0; 1/0,031 etc. Pe fișa de notare se află în tabela lui Pitagora (fig. 47) aceleași valori date de nu-

mere convenționale alese în așa fel încît izopterul corespunzător suprafeței II și intensității luminoase 4 să fie egal cu III/3, IV/2, V/1 (fig. 47). Notăm fiecare izopter, indicînd prin cifră romană suprafața testului și prin cifra arabă intensitatea luminoasă.

Aparate mai moderne permit efectuarea, în afară de perimetria izopterice și perimetria statică, perimetria meridiană și perimetria de profil.

Perimetrul Harms (firma Oculus) permite efectuarea cîmpului vizual cinetic și static și adaptometria topografică, putîndu-se trece fără nici o dificultate de la o examinare la alta. Este însă mai fragil datorită numeroaselor circuite automate.

Ca tehnică se începe examinarea ochiului cu vederea cea mai bună. Testul se deplasează cu o viteză constantă în funcție de timpul de reacție al fiecărui bolnav, prin delimitarea marginii nazale a petei oarbe. O proastă fixare face ca pata oarbă să apară mult mai mică.

Cîmpul vizual fotic are următoarele caractere :

- limitele periferice depind de condițiile de stimulare și permit de a înscrie izoptere concentrice mai întinse de partea temporală (fig. 57) ;

- pata lui Mariotte este un scotom absolut de 5° lărgime și 7° înălțime, de formă ovalară, situată între 12° — 17° de partea temporală ;

- se pot pune în evidență angioscotoamele ;

- cîmpul vizual poate fi explorat și la culori, dar limitele periferice pentru culori sînt lipsite de precizie ;

- se pot face explorări prin stimuli intermitenți ;

- se poate determina cîmpul vizual morfoscopic prin cercetarea izopterelor care corespund recunoașterii unui spot luminos cu semne geometrice sau figuri.

Cîmpul vizual scotic pune în evidență alterații pe care 1,5 mm, un izopter periferic de formă circulară ce se întinde de la $23,5^\circ$ și o pată oarbă ovalară cu axul orizontal cuprins între 8° — $10,5^\circ$ și vertical între 11° — 13° .

Cîmpul vizual scotic pune în evidență alterații pe care explorarea fotică nu le poate evidenția. Se practică în special la bolnavi cu leziuni maculare și hemeralopie. Limitele



cîmpului vizual scotopic sînt între 20° — 27° , pata oarbă are diametrul vertical cuprins între 12° și 3° și orizontal între 9° și 3° cu un scotom fiziologic circular între 3° — 13° .

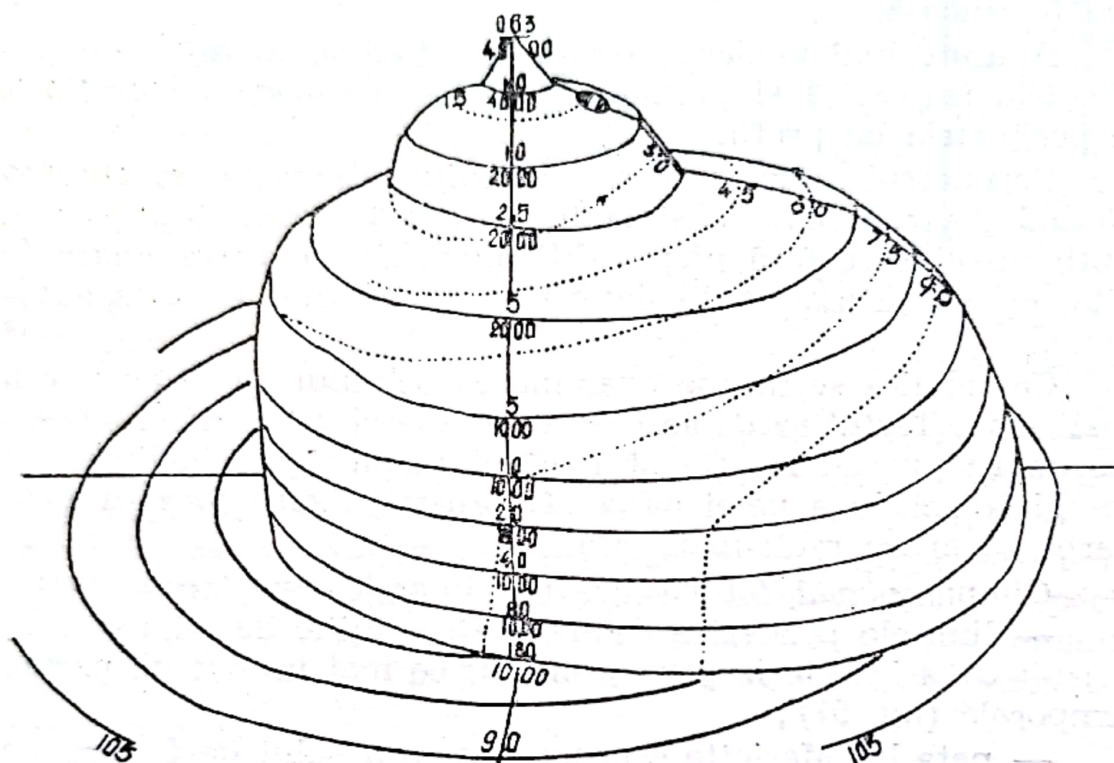


Fig. 57.

Relieful cîmpului vizual fotic cu partea abruptă nazal și în pantă lină temporal (Traquair).

PERIMETRIA STATICĂ

Este metoda de examinare a cîmpului vizual în care diferite praguri de sensibilitate sînt măsurate în puncte determinate ale cîmpului vizual, pentru o dimensiune dată a testului pe un fond constant. Elementul variabil este intensitatea luminoasă a testului care condiționează vizibilitatea sa de către subiectul examinat. Denumim această metodă statică, deoarece testul este imobil în cîmpul vizual. Este vorba de o reîntoarcere la o perimetrie cu o variabilă, care este intensitatea luminoasă a testului. Excentricitatea, contrastul, dimensiunea, deplasarea testului sînt invariabile.

Într-un punct dat se prezintă un test timp de o secundă, fiecare prezentare fiind urmată de o pauză de trei secunde. Se crește intensitatea luminoasă a testului pînă cînd este perceput de bolnav. Metoda este sensibilă și permite de a descoperi tulburările cele mai discrete într-un anumit punct al câmpului vizual. Dezavantajul este durata mare de examinare, fapt care limitează determinările la cîteva puncte în câmpul vizual.

Două metode sînt astăzi utilizate :

- perimetria statică meridiană ;
- perimetria statică circulară sau izopterică.

Perimetria statică meridiană a fost pusă la punct de Harms (1949). Acest procedeu permite de a măsura, în lungul unui meridian și pentru un nivel de adaptare dat, pragul luminos diferențial sau absolut exprimat prin teste cu iluminare crescîndă. Rezultatele sînt înscrise pe un grafic, notînd pe abscisă poziția testului iar pe ordonată valoarea stimulului liminar (fig. 58).

Se începe examinarea punctului de fixație central și de o parte și alta, din grad în grad, pînă la 5°; de la 5° explorarea se face din 5° în 5° pînă la 30°. Deci toată aria centrală și paracentrală, cunoscută sub numele de aria Bjerrum, este foarte bine explorată. Se obține astfel o curbă care traduce

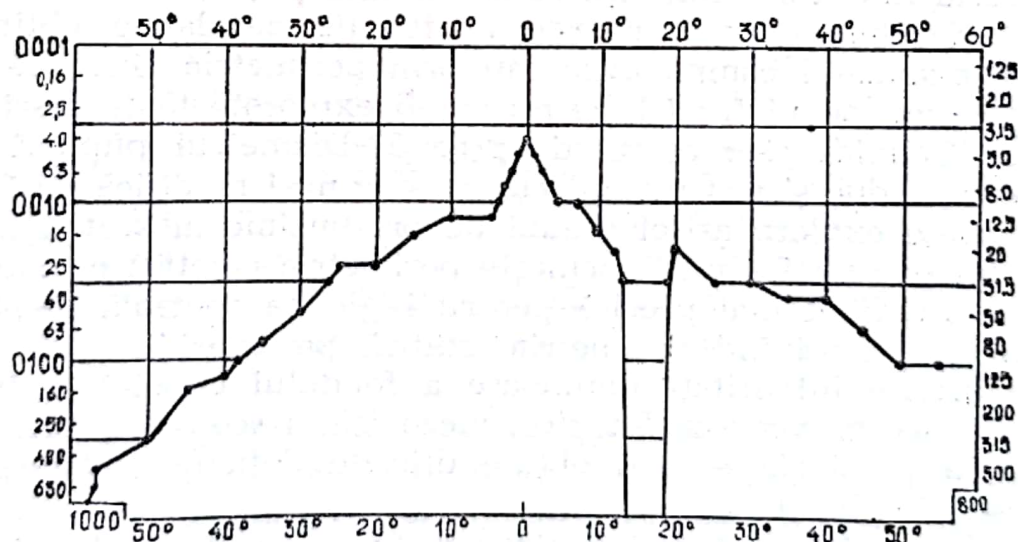


Fig. 58.

Perimetrie statică realizată în lungul meridianului orizontal la ochiul drept (Lavergne).



profilul sensibilității retiniene într-un meridian. Se constată astfel că marginea nazală a petei oarbe are o limită netă, mai precisă decât partea temporală. În perimetria cinetică testul

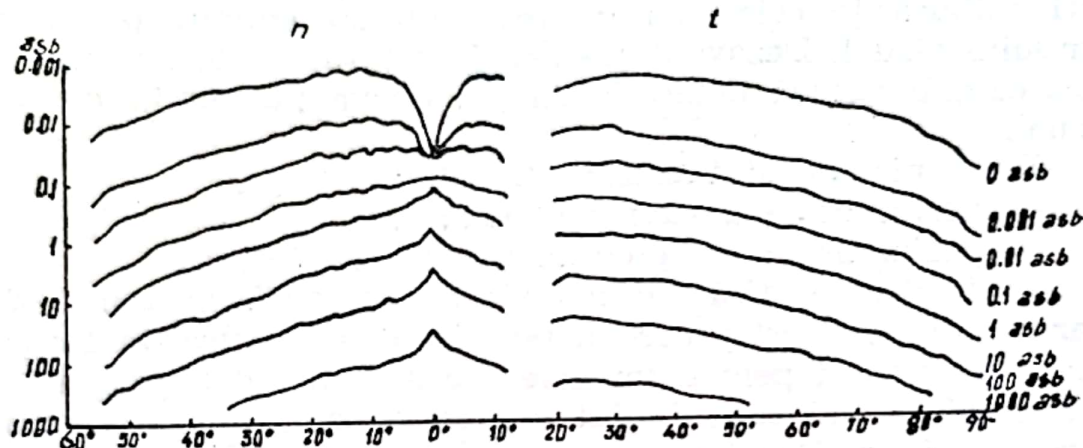


Fig. 59.

Valoarea iluminării necesare pentru perceperea unui test timp de 10 minute pe fonduri perimetrice cu intensități luminoase variabile de la 0 (obscuritate totală) la 1000 asb. Se constată că de la o iluminare de 0,01 asb. apare depresiunea maculară (Harms).

venind de la stînga va întîlni marginea nazală, care va fi delimitată ușor, pe cînd marginea temporală riscă de a aluneca la limita sensibilității retiniene mai puțin distincte.

Meridianul explorat este în funcție de datele obținute prin examenul campimetric sau prin perimetria cinetică, deoarece examenul fiind lung nu pot fi explorate toate meridiaanele. Tehnica este destul de precisă. Diametrul pupilar, refracția, reduc și aici nivelul curbei, dar nu-i modifică profilul. Se poate explora astfel gradul de profunzime al scotoamelor. Perimetria statică nu înlocuiește perimetria cinetică ci o completează, fiind mai precisă pentru regiunea centrală și paracentrală. Efectuînd perimetria statică pe meridianul de 0° cu diferite intensități luminoase a fondului cupolei obținem curbe pentru vederea fotică, mezopică și scotopică (fig. 59).

În patologie se pot obține diferite deficite globale sau localizate (fig. 60).

Perimetria statică meridiană scotopică nu a intrat în practica curentă, fiind mai mult o tehnică de laborator. Sloan (1947) a fost primul care a testat sensibilitatea retiniană după o

adaptare completă de 35—40 minute. Se constată în general variații mari de la un subiect la altul chiar la persoane normale.

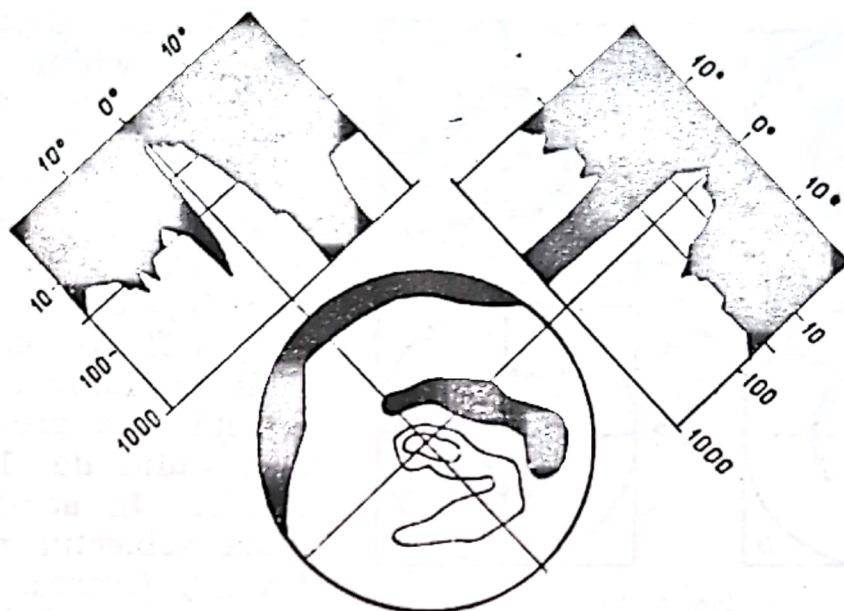


Fig. 60.

Aspect al cîmpului vizual central în glaucom. Profilul sensibilității diferențiale pe meridiane oblice de o parte și de alta a punctului de fixație (Harms și Aulhorn).

Perimetria statică circulară, pusă la punct de Aubert (1958), se explorează cu aparatul Jayle-Blet sau cu aparatul Harms. Se cercetează pragurile diferențiale la nivelul paralelei de 15° și se pun astfel în evidență modificări survenite pe un izopter mediu, foarte sensibil în patologie.

Curba se înscrie pe un grafic, datele înscrise plecînd de la pata oarbă pe meridianul de 0° , pentru a reveni din nou aici, notînd pe tot cursul paralelei răspunsurile din 5° în 5° (fig. 61).

Rotația cupolei antrenează deplasarea testului. Sensibilitatea maximă se constată pe meridianul de 180° , deci în partea opusă petei oarbe. Traseul are un aspect în platou pînă la $25,5^\circ$ de unde începe să scadă (fig. 62). Proiecția testului la nivelul petei oarbe nu este percepută. Alterațiile cîmpului vizual se traduc prin depresiuni și amputări ale curbei.



Explorarea tahiscopică a câmpului vizual (takhis = rapid) constă în a prezenta subiectului imagini luminoase un timp scurt. Harrington și Flocks (1964) au construit un caiet

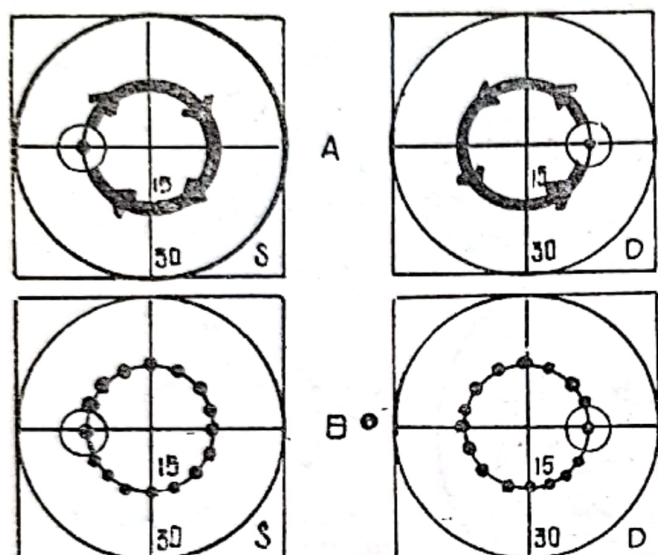


Fig. 61.

A – direcția deplasării testului pe paralela de 15° . Hemicâmpul superior este examinat primul. B – topografia punctelor explorate.

cu 20 pagini, 10 pentru ochiul drept, 10 pentru ochiul stâng. În centru se găsește un punct de fixație. Aparent planșele sînt albe, dar în realitate ele au imprimare diferite figuri geometrice cu tuș fluorescent, vizibil în lumina ultravioletă la o prezentare a testului de $1/4$ secunde. În acest timp scurt subiectul nu relaxează fixarea. Desenele sînt astfel dispuse, încît acoperă zonele centrale ale câmpului

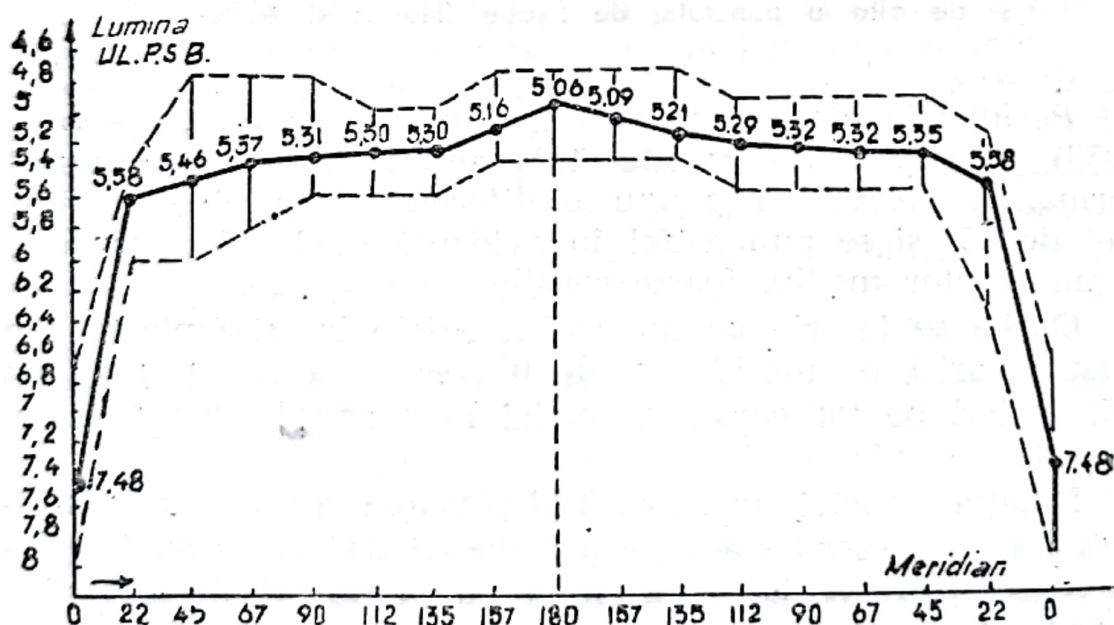


Fig. 62.

Aspectul traseului în perimetria statică scotopică circulară (Ourgaud și Aubert).

vizual. Se poate studia astfel cîmpul vizual printr-o confruntare în mod mult mai fiziologic, deoarece retina primește stimuli multipli. Examenul durează 3 minute.

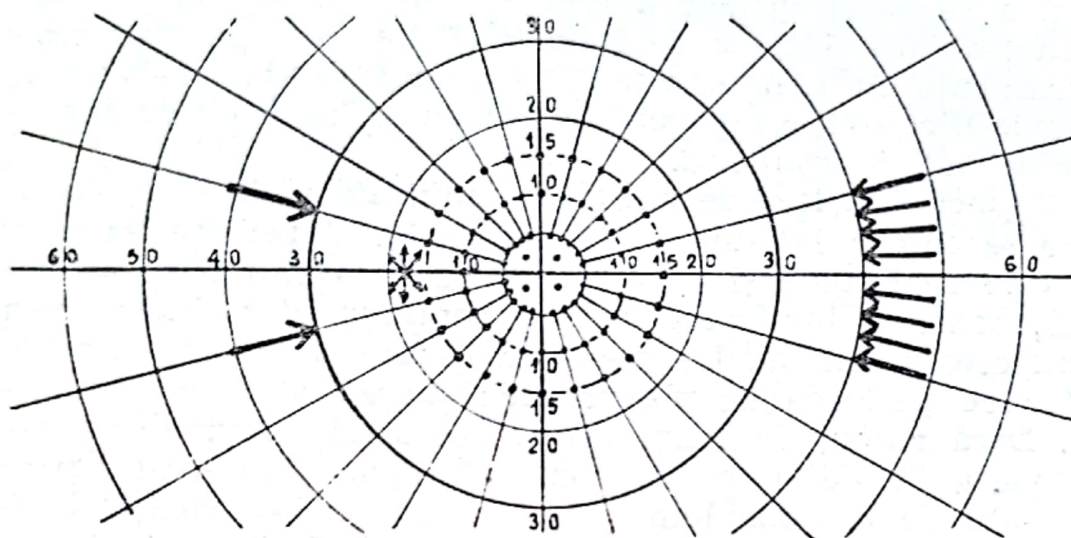


Fig. 63.
Explorarea selectivă a cîmpului vizual (Etienne).

Perimetria selectivă a fost propusă de Armaly pentru a obține date cît mai exacte prin testări simple, fără a obosi bolnavul :

— se determină pata oarbă în 8 puncte : 2 vertical, 2 orizontal și 4 oblice ;

— se explorează din 15° în 15° la nivelul paralelelor de 5°, 10° și 15° de la punctul de fixație. Testul se prezintă stins și se luminează o secundă. Două prezentări sînt separate prin o pauză de 3 secunde ;

— de partea nazală se face o prezentare cinetică a testului între 165° și 195° în 8 reprize ;

— de partea temporală se face o prezentare cinetică a testului pe meridianul de 15° și 135° (fig. 63).

Metoda are indicații în special în depistarea deficitelor din glaucomul incipient.

FRECVENȚA CRITICĂ DE FUZIUNE

Tehnica explorării frecvenței critice de fuziune este o tehnică de perimetrie statică.



Frecvența critică de fuziune este numărul minim de iluminări pe secundă prin care un stimul luminos discontinuu dă o senzație vizuală continuă. Ea măsoară persistența aparentă a senzației vizuale a unui stimul discontinuu. Primele aparate au fost inițiate de Riddell (1936), care prezintă teste intermitente în câmpul vizual. Aparatul Goldmann-Weekers și Jayle-Blet conține dispozitive mecanice, capabile de a produce stimuli intermitenți.

Atunci când faze de excitație luminoasă și faze de obscuritate se succed într-un ritm lent, subiectul percepe succesiv perioade de lumină și de obscuritate. Dacă ritmul se accelerează, senzația luminoasă devine continuă, dar intensitatea sa nu este constantă. Ea crește cu fiecare iluminare și scade la fiecare perioadă de obscuritate: suprafața iluminată pâlpe. Dacă ritmul de iluminări și obscurități devine mai rapid, variațiile de intensitate cresc și plaja observată pare iluminată de o sursă luminoasă continuă. Persistența aparentă a senzației vizuale face imperceptibilă discontinuitatea luminoasă. În acest moment este atinsă frecvența critică de fuziune, care măsoară persistența aparentă a senzației vizuale consecutivă stimulilor discontinui.

Orice alterare a câmpului vizual se traduce printr-o coborîre a frecvenței critice de fuziune, adică o alungire a persistenței aparente a senzației vizuale în teritoriul lezat. Bol-

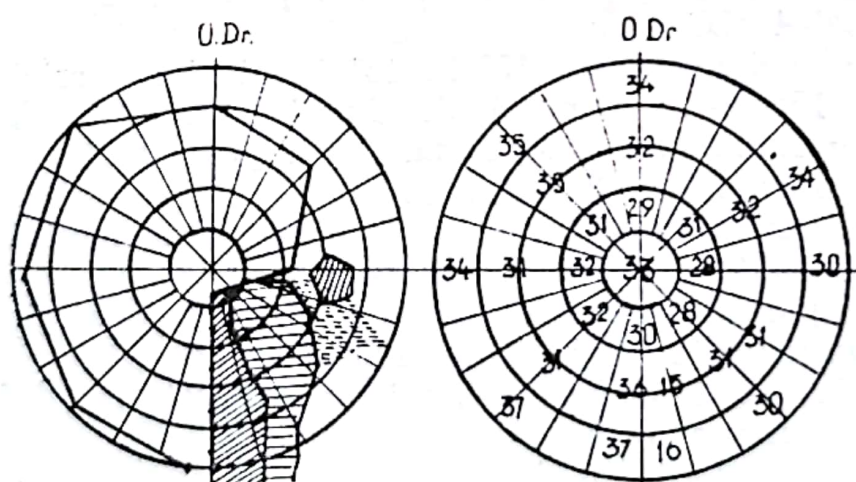


Fig. 64.

Scăderea frecvenței critice de fuziune în dreptul scotomului la un bolnav cu compresie retrochiasmatică a căilor optice (Weekers și Roussel).

navul are impresia unei senzații luminoase continui atunci cînd la ritmul de iluminări ar trebui să perceapă normal faze de iluminare și faze de obscuritate. Aparatul de care se servește Weekers utilizează o sursă luminoasă intermitentă ce se deplasează în plan orizontal și vertical. Lumina emisă de această sursă este întreruptă prin rotarea unei elice cu două palete dispuse în unghi de 90° care sînt reglate de la 5 la 75 iluminări/sec. Un punct luminos roșu servește pentru fixare. Măsurarea se face prin trecerea de la o rotare rapidă la una mai lentă și se cercetează momentul de apariție în câmpul vizual a senzației discontinue.

În funcție de vîrstă, frecvența critică de fuziune este normală: la 20—30 ani 40,2 iluminări/sec; la 30—40 ani 39,2; 40—50 ani 34,4; 50—60 ani 31,8; 60—70 ani 31,6 iluminări pe secundă. Weekers determină frecvența critică de fuziune în glaucom în 11 puncte din câmpul vizual și stabilește astfel diferite grade de sensibilitate retiniană (fig. 64).

INTERPRETAREA REZULTATELOR

În determinarea câmpului vizual pot apare două mari categorii de leziuni: strîmtorări și scotoame.

Strîmtorări ale câmpului vizual se referă la deficiențe care alterează limitele periferice normale:

- strîmtorări ce pot fi regulat concentrice, rar determinate de cauze organice, uneori fiind vorba de simulări;
- strîmtorări neregulat concentrice cum sînt cele din atrofia optică tabetică;
- strîmtorări tubulare așa cum se întîlnesc în glaucomul cronic avansat, retinopatia pigmentară;
- o strîmtorare fasciculată poate începe printr-o ancoșă periferică sau poate interesa un sector mai întins. O sistematizare a diferitelor deficite, bazată pe repartitia anatomică a fibrelor nervoase, a fost efectuată de François și Verriest (fig. 65);
- deficite hemianopsice rezultate din amputarea unui hemicîmp, delimitat net printr-un diametru orizontal sau vertical.

Scotoamele sînt insule de depresiune a sensibilității diferențiale în raport cu zonele vecine. Ele nu ating limitele



periferice ale câmpului vizual, dar în cursul evoluției un scotom puțin întins se poate extinde și lua forma de deficit fascicular. Scotoamele pot fi :

— pozitive, când bolnavul este conștient de prezența sa și orientează examinarea spre o leziune situată la extremitatea căilor optice (retină, cortex);

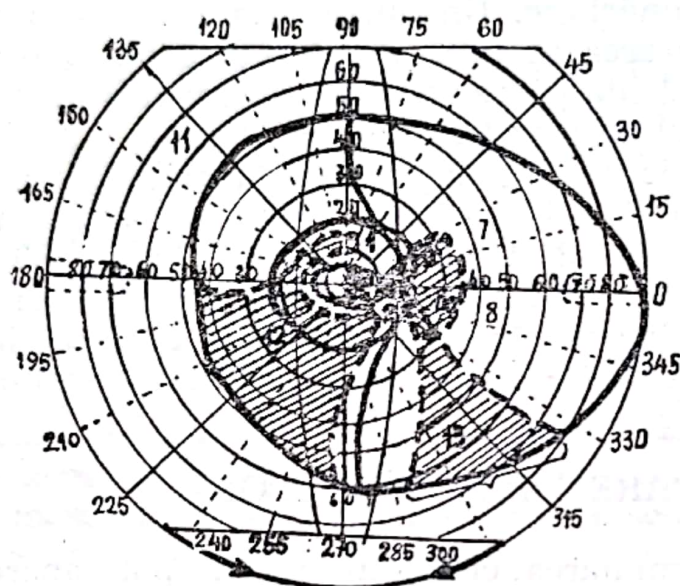


Fig. 65.

Deficite fasciculare : 1 — arciform superior ; 2 — arciform inferior ; 3 — juxtacecal superior ; 4 — juxtacecal inferior ; 5 — central superior ; 6 — central inferior ; 7 — cadranul temporal superior ; 8 — cadranul temporal inferior ; 9 — juxtacecal temporal superior ; 10 — juxtacecal temporal inferior ; 11 — cadranul nazal superior ; 12 — cadranul nazal inferior cu deficit ceco-petal al fasciculului arciform ; 13 — cuneiform temporal inferior ; 14 — central.

— negative, când nu sînt observate de bolnav ;
— absolute, în caz de insensibilitate retiniană totală ;
— relative, când este o diminuare a sensibilității retiniene.

Aria cea mai sensibilă în patologie este aria Bjerrum ; ea este concentrică punctului de fixație și se întinde între 10—18°, înglobînd și pata oarbă. Scotomul Bjerrum se poate

întinde în evoluție fie în afară, fie înăuntru, unde poate interesa și regiunea maculară.

Dizarmoniile fotometrice sînt tulburări survenite la nivelul izopterelor echivalente de sumă (fig. 66). Prezența lor poate arăta stadiul incipient al unor afecțiuni.

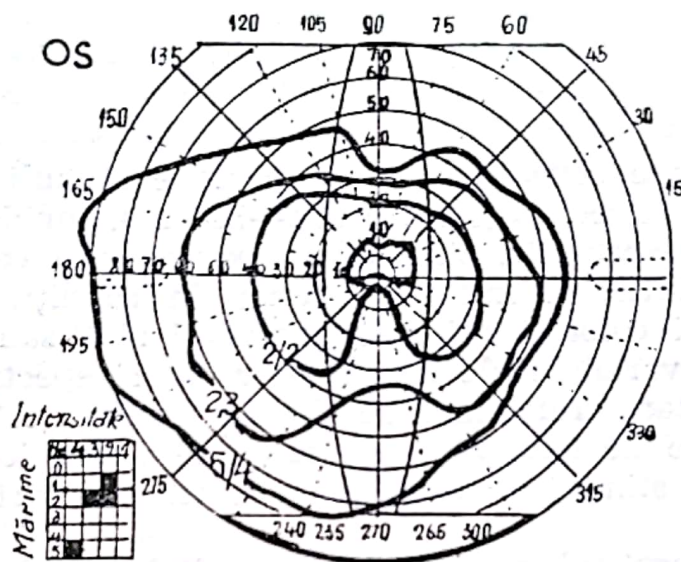


Fig. 66.

Dizarmonii fotometrice centrale și periferice
(Dubois-Poulsen și Magis).

Pentru aprecierea evoluției unei afecțiuni oculare, câmpul vizual trebuie comparat cu cel anterior. Atunci când izopterele sînt îndepărtate, pantele se numesc line; atunci când sînt apropiate — pantele se numesc repezi. Prezența dizarmoniilor fotometrice și a pantelor line pledează în favoarea unui proces evolutiv. La apariția unui scotom vom încerca dacă el nu dispăre la o corecție de ± 1 dioptrie.



V. EXPLORAREA VEDERII CULORILOR

Ochiul are capacitatea de a percepe stimuli colorați din spectrul vizibil, cuprinși între 375—760 m μ . lungime de undă.

Culorile spectrale, singurele care prezintă caractere fizice bine definite, se întâlnesc numai în condiții experimentale, stimulii colorați cei mai frecvenți sînt sau amestecuri în cantități variabile ale mai multor culori spectrale sau culori pigmentare, reflectate de diferite suprafețe.

Metodele de explorare ale senzației cromatice cunoscute, folosesc atît stimuli colorați spectrali cît și culori pigmentare și permit :

- diagnosticul alterărilor congenitale ale vederii culorilor ;
- precizarea discromatopsiilor dobîndite ;
- aprecierea capacității de discriminare cromatică în vederea selecției și orientării profesionale.

Date anatomo-fiziologice. Perceperea culorilor este o funcție a ochiului adaptat la lumină. Acest punct de vedere se bazează pe faptul că :

- la intensități luminoase slabe, atunci cînd sînt excitate numai bastonașele, ochiul este incapabil de a distinge culorile. Intervalul fotocromatic, care separă pragul acromatic de pragul cromatic, diferă ou zona retiniană excitată și cu lungimea de undă utilizată ;
- în cazul unei iluminări intense, perceperea culorilor are loc la nivelul maculei ;
- prezența pigmentilor vizuali, corespunzători pentru cele trei culori fundamentale roșu, verde și albastru, a fost pusă în evidență atît prin răspunsuri electrice cît și prin reflexodensimetrie, analizînd comparativ lumina care pătrunde în ochi cu aceea care se reflectă după epuizarea pigmentului.

CARACTERE FIZICE ALE STIMULILOR COLORAȚI. Culoarea unui stimul luminos depinde de : lungimea de undă, intensitatea și puritatea sursei luminoase, iar acestora le corespund, din punct de vedere senzorial, trei caracteristici ale senzației colorate : tonalitatea sau culoarea, saturația și luminozitatea. Caracterul psihosenzorial al senzației cromatice este influențat prin modificarea oricăreia dintre cele trei calități ale stimulului colorat.

Tonalitatea este definită prin lungimea de undă a stimulului luminos. Stimulii colorați din lumea înconjurătoare sînt amestecuri în proporții variabile de diferite culori, tonalitatea fiind dată de lungimea de undă care predomină.

În partea centrală a spectrului, ochiul percepe mai multe tonuri, spre deosebire de extremități, unde zonele aparent unitonale sînt mai întinse. Sensibilitatea diferențială a tonurilor este cea mai mică diferență care poate exista între două lungimi de undă apropiate pentru ca ele să fie percepute ca tonuri diferite. Ea atinge maximum (1 milimicron) în două zone : la 490 m μ (verde-albastru) și la 590 m μ (galben-portocaliu) (fig. 67).

În cazul culorilor pigmentare, tonul este imprimat de calitatea suprafeței reflectante. Astfel : suprafețele care cuprind mult verde nu reflectă roșul ; cele care au mai mult albastru nu reflectă galbenul ; albul reflectă întreg spectrul solar iar negrul absoarbe întreg spectrul și nu reflectă nimic.

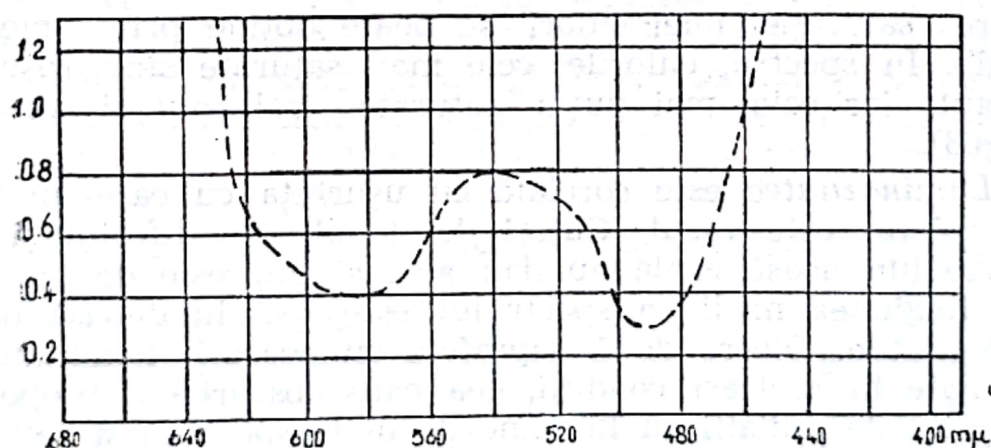


Fig. 67.
Sensibilitatea ochiului normal la variații de tonuri (după Koenig).

Subiecții cu tulburări cromatice prezintă extinderea zonelor unitonale în spectru sau chiar benzi cenușii în dreptul tonurilor pe care nu le percep.

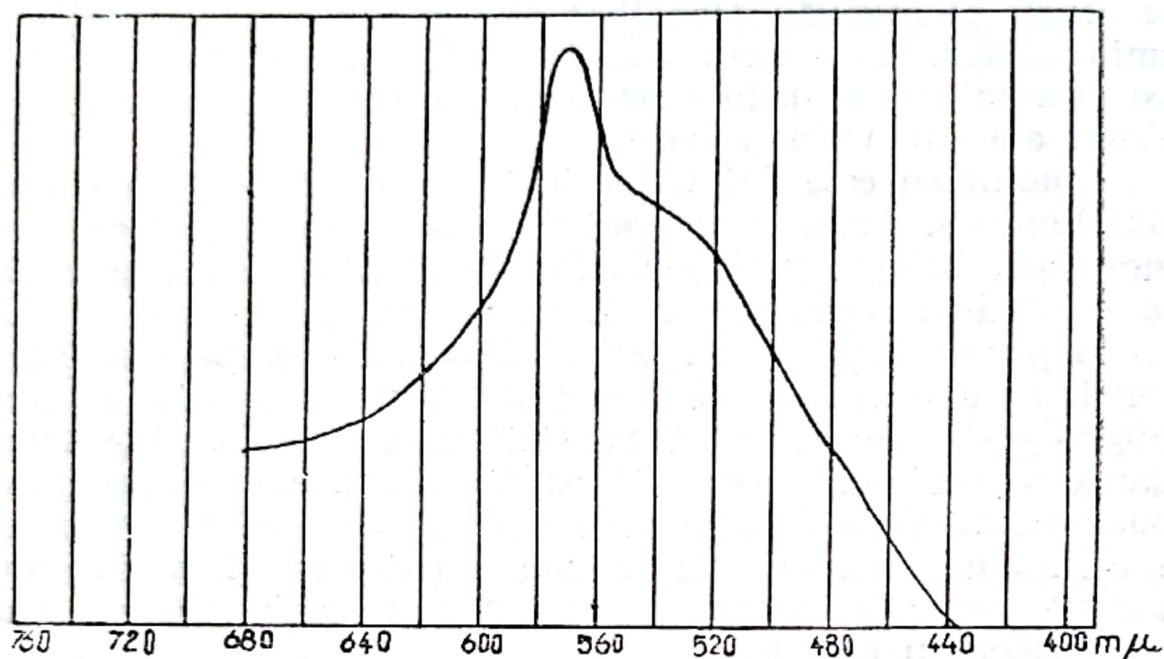


Fig. 68.

Repartiția saturației în spectru. Vîrfurile curbei corespund culorilor mai puțin saturate (după Priest și Brickwedde).

Saturația sau puritatea colorimetrică este bogăția în radiații cu aceeași lungime de undă, fără nici un amestec. Reducerea saturației unei culori se poate obține prin amestec cu alb. În spectru, culorile cele mai saturate sînt roșul și violetul, iar cele mai puțin saturate galbenul și verdele (fig. 68).

Luminozitatea este corelată cu ușurința cu care un stimul colorat este văzut. Culori de tonalitate diferită și de energie luminoasă egală nu dau aceeași impresie de intensitate. Regiunea medie a spectrului este mai luminoasă decît extremitățile. Dintre două suprafețe cu aceeași tonalitate și iluminate în aceleași condiții, cea care absoarbe o proporție mai mică de radiații cu lungime de undă specifică și reflectă o proporție mai mare, apare mai luminoasă.

Luminozitatea permite de a distinge culori mai clare și culori mai întunecate. În iluminare fotopică, maximum de

luminozitate în spectru se află în zona galben-verde de 556 $m\mu$ lungime de undă și se deplasează spre lungimile scurte de undă (507 $m\mu$), în iluminare scotopică (fig. 69).

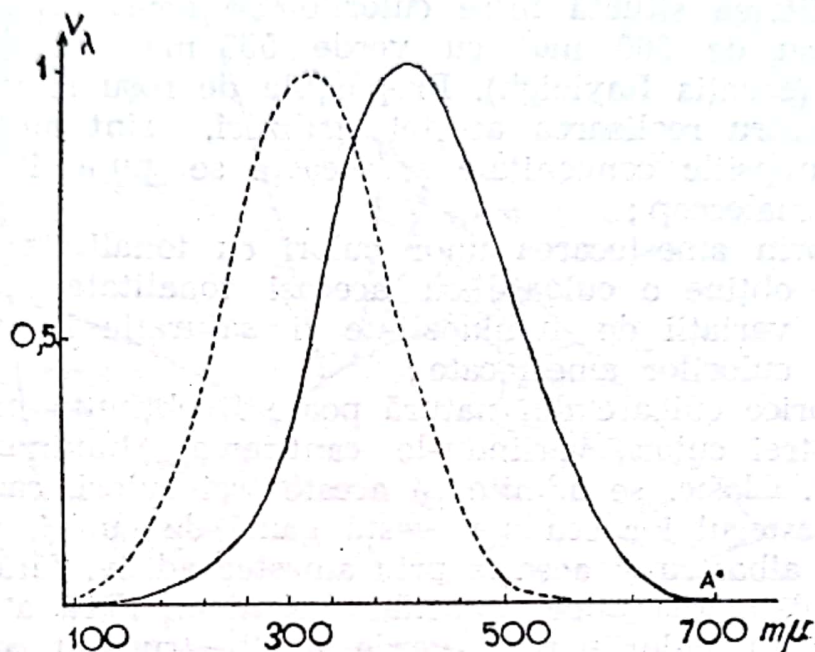


Fig. 69.

Curba de luminozitate fotică și scotopică (fenomen Purkinje).

Nivelul luminos modifică tonalitatea. Astfel, creșterea intensității luminoase virează roșul, portocaliul, verdele și galbenul și dă senzația de galben; violetul și albastrul dă senzația de albastru (un bec privit prin sticla roșie apare de culoare roșie iar filamentul galben — fenomenul Bezold-Brücke).

Legile amestecului culorilor stau la baza explicației mecanismului de formare a senzației cromatice și a principalelor metode de cercetare a vederii colorate:

— pentru orice culoare există o alta, cu care fiind amestecată, se obține senzația de alb. Aceste două culori se numesc culori complementare. Pentru fiecare culoare spectrală, în afară de verde, există o culoare complementară și ele sînt situate diametral opus în triunghiul culorilor. Exemplu: roșu cu albastru-verzui, portocaliu cu albastru, galben cu al-



bastru-indigo, verde-galben cu violet. Pentru verde, culoarea complementară este purpura, un amestec de roșu și violet;

— dacă amestecăm două culori, care se află mai aproape una de alta decât culorile complementare, se obține o culoare cu tonalitatea situată între culorile de amestec. Amestecul unui roșu de 660 mμ cu verde 535 mμ dă galben de 589 mμ (ecuația Rayleigh). Proporțiile de roșu și verde, utilizate pentru realizarea acestei egalizări, sînt anormale în discromatopsiile congenitale și aceasta se pune în evidență prin anomaloscop;

— prin amestecarea unor culori cu tonalitate asemănătoare se obține o culoare cu aceeași tonalitate, care poate prezenta variații de luminozitate și saturație în raport cu calitățile culorilor amestecate;

— orice culoare din natură poate fi obținută prin amestecul a trei culori, variindu-le cantitatea, luminozitatea și saturația. Clasic, se admite că aceste trei culori, care pot da prin amestecul lor cea mai vastă gamă de culori, sînt roșu, verde și albastru și aceasta prin amestec aditiv, fără a fi necesară adăugarea unor cantități negative. Fără a avea un sens absolut, culorile roșu, verde și albastru sînt considerate de aceea culori primare sau fundamentale.

Triunghiul culorilor. Geometric, orice culoare produsă prin amestecul a trei culori, poate fi reprezentată ca un vector în spațiu, pe cele trei axe de coordonate fiind redată calitățile culorii. Făcînd ca intensitatea luminoasă să rămînă constantă, reprezentarea poate deveni plană, sub forma unui triunghi (sau mai exact a unei elipse), avînd la extremități culorile primare (fig. 70).

Maxwell a sugerat reprezentarea grafică a spațiului cromatic sub forma unui triunghi și în timp i s-au adus o serie de îmbunătățiri acestei reprezentări. Orice punct de pe laturile triunghiului este o culoare spectrală, care poate fi obținută prin combinarea celor două culori de la extremitățile laturii, în cantități ce pot fi calculate după distanța între cele trei puncte. De exemplu un punct situat la jumătatea distanței între roșu și verde este culoarea galbenă, obținută prin amestec în cantități egale de roșu și verde. În interiorul diagramei orice punct reprezintă o culoare din natură și poate fi dedusă prin distanța față de cele trei laturi ale triunghiului. Centrul triunghiului reprezintă culoarea albă și

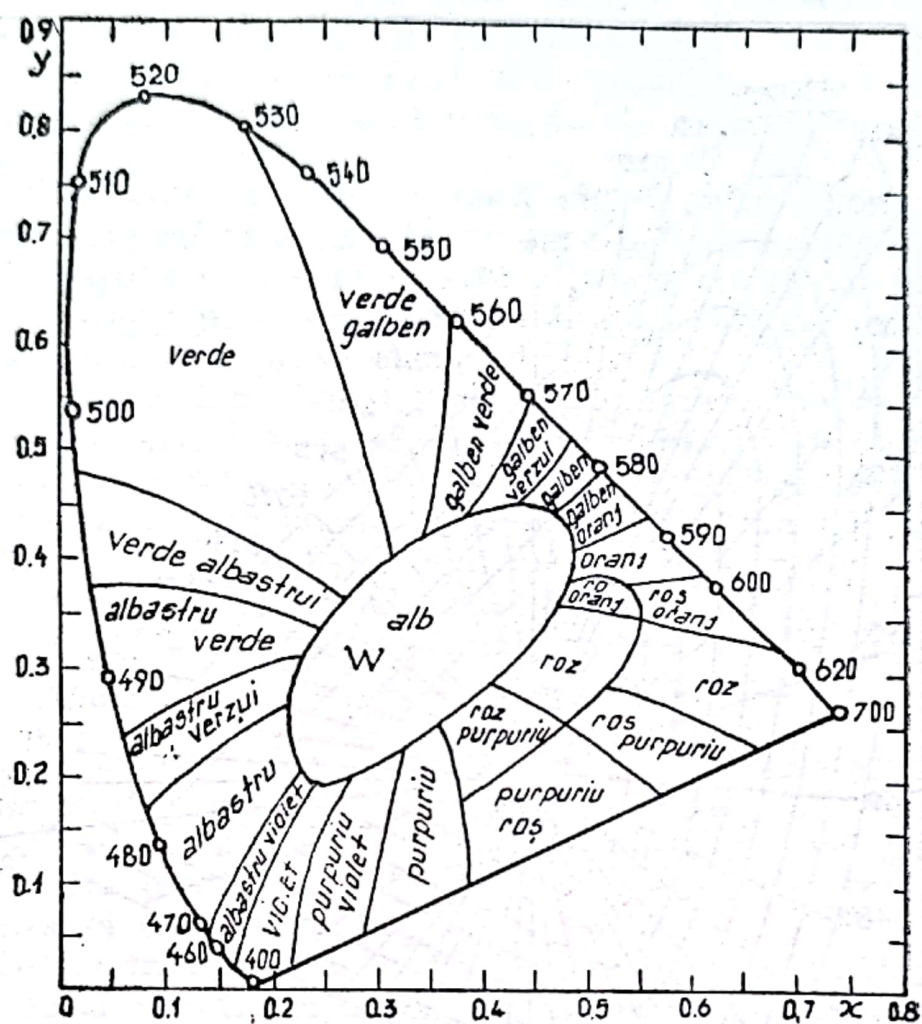


Fig. 70.

Localizarea subiectivă a culorilor (după Yves Le Grand).

prin linii concentrice, paralele cu laturile triunghiului, sînt reprezentate saturațiile, cele mai periferice fiind culori mai saturate, iar cele centrale mai puțin saturate (fig. 71).

Pe baza legilor amestecului culorilor și cu ajutorul triunghiului culorilor s-au construit aparatele pentru studiul și examenul vederii colorate.

Efecte temporare și spațiale în vederea cromatică:

— curba de adaptare la obscuritate se modifică după o preadaptare colorată, atît la normali cît și la cei cu tulburări cromatice;

— ebluisarea modifică curba de vizibilitate a culorilor și ecuația tricromatică;

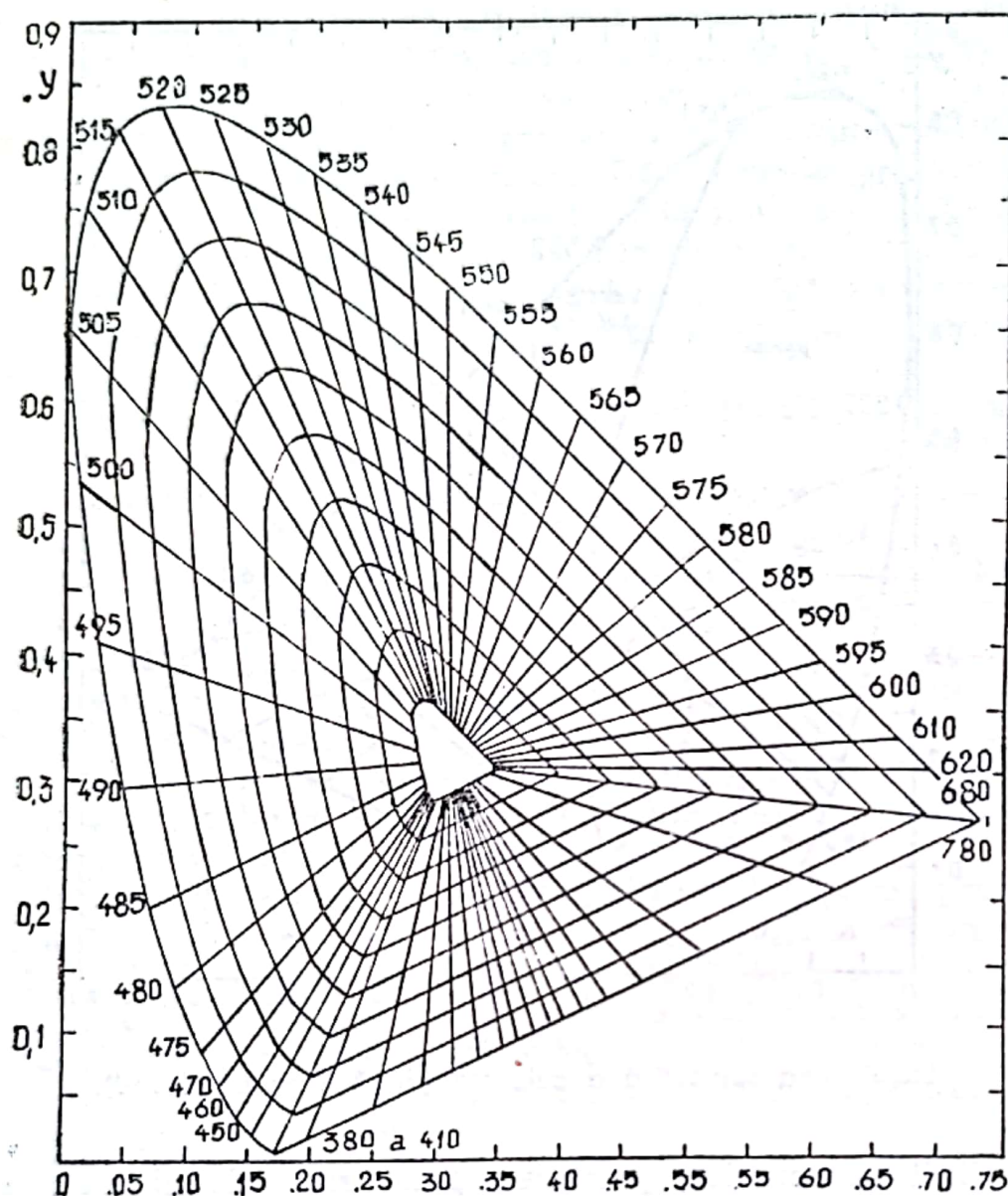


Fig. 71.

Triunghiul culorilor cu indicarea lungimii de undă și a zonelor de saturație identică (Yves Le Grand).

— preadaptarea roșie produce o protanopie artificială, preadaptarea verde produce o deuteranopie etc.;

— modificări de contrast: dacă fixăm o suprafață colorată, iar în câmpul vizual există și alți excitanți coloranți, se produc modificări de contrast. Variația poate interesa atât tonalitatea cât și luminozitatea și saturația. Cenușiul pe fond alb apare mai închis, pe fond negru mai deschis. Galbenul

pe fond roșu apare verzui, pe fond verde apare portocaliu. Schimbarea culorii se face spre culoarea complementară ;

— imagini consecutive complementare : dacă fixăm o culoare apoi privim un fond alb uniform, apare culoarea complementară. Dacă fixăm o suprafață roșie apare culoarea verde ;

— inducție homonimă : dacă suprapunem pe un fond colorat o suprafață acromată, pe care o fixăm, după un timp, aceasta capătă o colorație asemănătoare cu tonul fondului. O pată neagră pe o suprafață roșie, după un timp pata neagră capătă o nuanță roșietică ;

— atunci când nivelul luminos al luminii spectrale atinge o anumită intensitate, se produc modificări de tonalitate, constituind fenomenul Bezold-Brucke. Deoarece acest fenomen apare și atunci când se proiectează o lumină monocromatică, înseamnă că fenomenul nu este determinat de radiațiile luminoase ci de analizorul vizual.

Perceperea culorilor constituie astfel un fenomen complex, influențat de numeroși factori și determinat de legile amestecului culorilor.

Mecanismul vederii culorilor este imperfect cunoscut și continuă să se preteze la numeroase ipoteze. Actualmente este admisă teoria lui Young-Helmholtz, privind percepția culorilor și teoria lui Hering, privind modul de transmitere al senzației cromatice.

Teoria tricromatică a lui Young-Helmholtz susține că în ochi există trei tipuri de conuri, care conțin fiecare un pigment fotosensibil pentru una din culorile fundamentale : roșu, verde și albastru. Atunci când aceste particule fotosensibile sînt stimulate de lumină se produce senzația culorii respective. Receptorul pentru roșu corespunde lungimii de undă de 590 mμ, receptorul pentru verde pentru 540 mμ iar receptorul pentru albastru pentru 450 mμ. Printr-un proces aditiv se pot produce toate senzațiile colorate.

Teoria perechilor opuse, susținută de Hering, este admisă privind modul de transmitere. Există două perechi de mecanisme antagoniste, unul pentru roșu-verde, altul pentru albastru-galben. Transmiterea unei excitații colorate inhibă automat pe a doua.

Datele experimentale și elinice verifică teoria tricromatică a lui Young-Helmholtz :



— experiența amestecului culorilor arată că toate senzațiile colorate pot fi reproduse prin amestecul în cantități variabile a trei culori primare;

— prin determinări electrofiziologice, Granit a reușit să excite izolat conuri retiniene cu lungimi de undă corespunzătoare celor trei culori primare și a cules curenți de acțiune pentru fiecare din cele trei culori. Aceasta dovedește existența în retină a trei grupuri de conuri, corespunzătoare celor trei tipuri de răspunsuri electrice;

— prin reflexodensimetrie Rushton și Weale analizează și compară lumina care pătrunde în ochi, cu aceea care se reflectă înainte și după epuizarea pigmentului. Ei au reușit să pună în evidență în mod indirect existența a trei pigmenți vizuali, corespunzând fiecare la o culoare primară. Acești pigmenți nu sînt amestecați în același con, ci fiecare con conține cîte un singur tip de pigment. Identificarea a trei fotopigmenți aduce puternice confirmări teoriei tricromatice. În ochiul normal a fost identificat un pigment fotosensibil pentru culoarea roșie (eritrolabe), un pigment pentru culoarea verde (clorolabe) și dedus teoretic un pigment pentru albastru (cianolabe). Tomita și colaboratorii (1967) ajung la aceleași concluzii și detectează pe baza răspunsurilor electrice trei grupe de conuri: 74% din ele răspund la excitația cu lungimea de undă de 611 mμ, 10% răspund la 529 mμ și 16% răspund la 462 mμ. Rezultă că repartiția celor trei tipuri de conuri nu este egală la nivelul retinei. Repartiția lor diferă de la un subiect la altul, dar în general se păstrează o proporție de 1 la 3 pentru conurile cu pigment fotosensibil pentru verde față de roșu. Cele trei tipuri de conuri sînt, atît din punct de vedere anatomic cît și fiziologic, independente unul față de altul.

Din punct de vedere clinic tulburările cromatice congenitale se explică prin ipoteza tricromatică, fiind clasificate în acromatopsii, dicromazii și tricromazii anormale, considerînd că în primul caz lipsește orice mecanism al percepției culorilor, în cazul dicromaziei lipsește total un singur mecanism iar în cazul tricromaziei anormale, sensibilitatea unuia din cele trei mecanisme este deficitară, fotopigmentul fiind anormal genetic și pentru excitarea receptorului deficitar este nevoie de un stimul cu un plus de energie.

METODE DE EXPLORARE

Testele utilizate pentru studiul discromatopsiilor sînt numeroase și inegale ca valoare. În general sînt teste subiective care utilizează culori pigmentare sau teste care folosesc culori spectrale. Dată fiind inegalitatea puterii lor de discriminare, în practică se recomandă pentru un diagnostic cît mai precis, utilizarea mai multor teste.

Clasificare. O clasificare a metodelor de examinare se poate face folosind diverse criterii, dintre care ne oprim la două :

- după tipul stimulilor colorați folosiți deosebim :
 - metode ce folosesc culori spectrale ;
 - metode ce folosesc culori pigmentare ;
- după principiul ce stă la baza metodei, după utilitatea practică și în ordinea descrescîndă a rigurozității științifice, François și Verriest le împart în :
 - colorimetre și anomaloscoape ;
 - probe de asortare și clasificare ;
 - metode de confuzie (cartoane pseudoizocromatice) ;
 - probe de denumire.

COLORIMETRELE ȘI ANOMALOSCOAPELE

Colorimetrele de tipul Helmholtz și Wright sînt aparate de laborator, cu care se studiază curba luminozității spectrale, egalizările spectrale și pragurile diferențiale pentru tonalitate și saturație. În practică se folosesc colorimetrele reduse, cunoscute sub numele de anomaloscoape. Utilizează culori spectrale, obținute de la o sursă luminoasă cu ajutorul discurilor Maxwell, filtrelor, prismelor de dispersie sau rețelelor asociate la diafragme și cu ajutorul oglinzilor le proiectează pe două sau trei cîmpuri în fața ochiului subiectului sub forma unor plaje colorate, cu luminozitate și compoziție spectrală cunoscută, în vederea foveală, avînd un cîmp de observație de $2^{\circ}10'$, pentru tipul Nagel.

Anomaloscoapele permit :

- de a compara aspectul unei plaje omogene, pe care se prezintă o lumină A de o distribuție spectrală dată și lumi-



nozitate „a”, cu aspectul unei a doua plaje omogene, pe care sînt prezentate în amestec aditiv o lumină B de luminozitate „b”, cu o lumină C de luminozitate „c”. Distribuția spectrală a stimulilor B și C este definită și diferită de A;

— de a aprecia pragul de discriminare cromatică după ton pentru roșu, verde și albastru.

După distribuția spectrală a lui A, B și C se cunosc două tipuri de anomaloscoape :

— tipul Rayleigh, în care A este un stimul galben, B un stimul verde și C un stimul roșu și egalizarea homocromă $A=B+C$ este numită ecuația Rayleigh;

— tipul Trendelenburg, unde A este un stimul albastru, B un stimul albastru-violet (indigo) și C un stimul albastru-verde. Egalizarea homocromă $A=B+C$ se numește ecuație Trendelenburg.

Ecuația Rayleigh se calculează după formula :

$$Q = \frac{N'}{73-N'} : \frac{N}{73-N}$$

unde N =poziția egalizării pe scală pentru normal, N' este poziția egalizării pe scală dată de subiectul cercetat, iar 73, întinderea scalei măsurătoare. Valorile ecuației permit de a diferenția :

- normalii, cuprinși între 0,8—1,18 ;
- deuteranomalii, situați între 1,8—2 pînă la 17 ;
- protanomalii situați între 0,6—0,65 pînă la 0,2 ;
- tricromații anormali extremi, care au o valoare Q pentru protanomalie între 0—0,5 sau 0,2—1 și pentru deuteranomalie între 1,8— ∞ sau 1—17.

Protanopii și deuteranopii acceptă ecuația Rayleigh normală dar dau și alte amestecuri de la un capăt la celălalt al scalei.

Anomaloscopul de tip Trendelenburg permite studiul anomaliei de tip tritan : tritanopia și tritanomalia.

Aparate. Există o mare varietate de anomaloscoape. Cel mai cunoscut este tipul Nagel, cel mai folosit la noi este tipul AN-59, iar autorii americani folosesc tipul Pickford-Nicolson, cu care se pot obține egalizări de tip Rayleigh și Trendelenburg.

ANOMALOSCOPUL AN-59

Descrierea aparatului. Este alcătuit dintr-o sursă luminoasă, formată de filamentul unui bec cu anumită compoziție spectrală. Razele paralele sînt dispuse în două fascicule a și b și orientate spre două sisteme de filtre colorate simetrice, care pot fi modificate de la două tambure, pe care sînt notate indicațiile 1, 2, 3 și D. Cele două fascicule sînt reflectate, după ieșirea din filtre, de două oglinzi și proiectate pe fețele a două prisme, care se privesc prin baze aflate la rădăcina ocularului. Prismele refractă fasciculele luminoase în ocular sub forma a două cîmpuri colorate semicirculare, despărțite între ele printr-o dungă neagră verticală (dunga neagră este dată de bazele prismelor).

La indicația 1 a celor două tambururi, cîmpurile apar roșii, la 2 verzi și la 3 albastre. Tamburul din stînga aparatului variază luminozitatea cîmpului stîng (cîmpul martor), tamburul din mijloc dreapta, gradat de la 0 la 73 (măsurător), rotindu-se, scoate treptat filtrul introdus în cîmpul drept, și-l înlocuiește cu altul, variind astfel tonul (lungimea de undă) a hemicîmpului drept.

Tehnica de examinare. Pentru determinarea pragului de discriminare pentru roșu: tamburul măsurător la 0; tamburul pentru luminozitate la 32; tamburul fasciculelor a și b la cifra 1. În cîmp, subiectul vede două semicercuri roșii identice. Se mișcă încet tamburul măsurător de la 0 spre 73 pînă ce subiectul sesizează că cele două cîmpuri nu mai sînt la fel. Notăm diviziunea și repetăm operațiunea de 3—4 ori, pînă ce răspunsul se stabilizează la cea mai mică cifră. Subiectul nu trebuie să privească prea mult timp cîmpul, pentru că apare fenomenul de instabilitate a vederii colorate și pragul crește brusc. Examinarea se face cît mai repede.

Pentru determinarea pragului de discriminare pentru verde, operațiunea decurge ca în cazul precedent cu deosebirea că tamburele pentru fasciculele colorate sînt la indicația 2. Pentru albastru ele sînt fixate la indicația 3.

Pentru ecuația Rayleigh: tamburul de luminozitate la 14, tamburele fasciculelor la indicația D, tamburul măsurător la 35. Normalul vede cele două cîmpuri de aceeași culoare, galbene; discromații realizează egalizări în afara valorilor normale. Cifra indicată de tamburul măsurător, cînd subiectul



afirmă că cele două câmpuri sînt la fel colorate, servește pentru calcularea indicelui de anomalie, după formula indicată mai sus.

PROBE DE ASORTARE ȘI CLASIFICARE A EȘANTIOANELOR COLORATE

Procedeul solicită subiectului de a recunoaște eșantioane colorate cu tonalități diferite, și de a le clasifica în ordinea tonalităților.

Lînurile lui Holmgren utilizează eșantioane de lînuri diferite colorate. Se izolează un eșantion de o oarecare culoare și se cere subiectului să trieze toate eșantioanele de aceeași culoare. Culiile conțin :

- culori martore (verde, roșu, roz) ;
- culori cu aceeași tonalitate sau tonalități asemănătoare, lungimea de undă dominantă fiind aceea care dă numele culorii ;
- culori de confuzie (galben-brun, gri, gri-brun, albastru deschis).

Se prezintă de exemplu un eșantion de culoare verde și se cere subiectului să asorteze toate culorile asemănătoare. Dacă asortează gri, gri-verzui, brun, deci culori mai deschise, el este deuteranop ; dacă se arată o lînă de culoare roșie și subiectul asortează maron, verde închis, deci culori mai închise, el este protanop.

Metoda are putere de discriminare mică, tricromatii anormali, subiecții cu adisparopie și simulanții nu pot fi depistați. Nu se poate folosi un luminaj constant și testul este prezentat sub un unghi mare de vedere.

Testul lui Thomson conține 40 de lînuri colorate, în care numerele perechi reprezintă culori evidente, iar numerele neperechi, culori de confuzie.

Testul Panel D-15 este un test de discriminare cromatică după ton, care pune în evidență liniile de confuzie ale culorilor. Testul solicită subiectului de a clasa, din aproape în aproape, pioni cu tonalități diferite dar cu saturație și luminosități identică. Culorile sînt luate după atlasul Munsell, fiind situate echidistant pe schema tricromatică.

Tehnică. Pionii sînt prezentați subiectului în dezordine și i se cere să-i aranjeze în ordinea tonalităților plecînd de la doi pionii etalon, în timp de două minute. Se cercetează cifrele înscrise pe spatele pionilor și ordinea clasării lor se marchează pe o schemă circulară ca în fig. 72. Subiecții normali și cei cu tulburări cromatice mici fac o clasare concentrică, care urmează ordinea numerică a cercului de pe schemă (a).

O eroare de 2—3 pionii vecini este fără importanță. Subiecții cu tulburări cromatice fac erori mari între pionii diametrali opuși. Tonalitățile situate pe axele de confuzie li se par mai apropiate decît cele vecine. Se obțin o serie de erori diametral opuse, paralele cu axele de confuzie protan, deutan și tritan (b, c, d, din fig. 72).

Testul este ușor de executat dar dă rezultate exacte numai în tulburările cromatice accentuate.

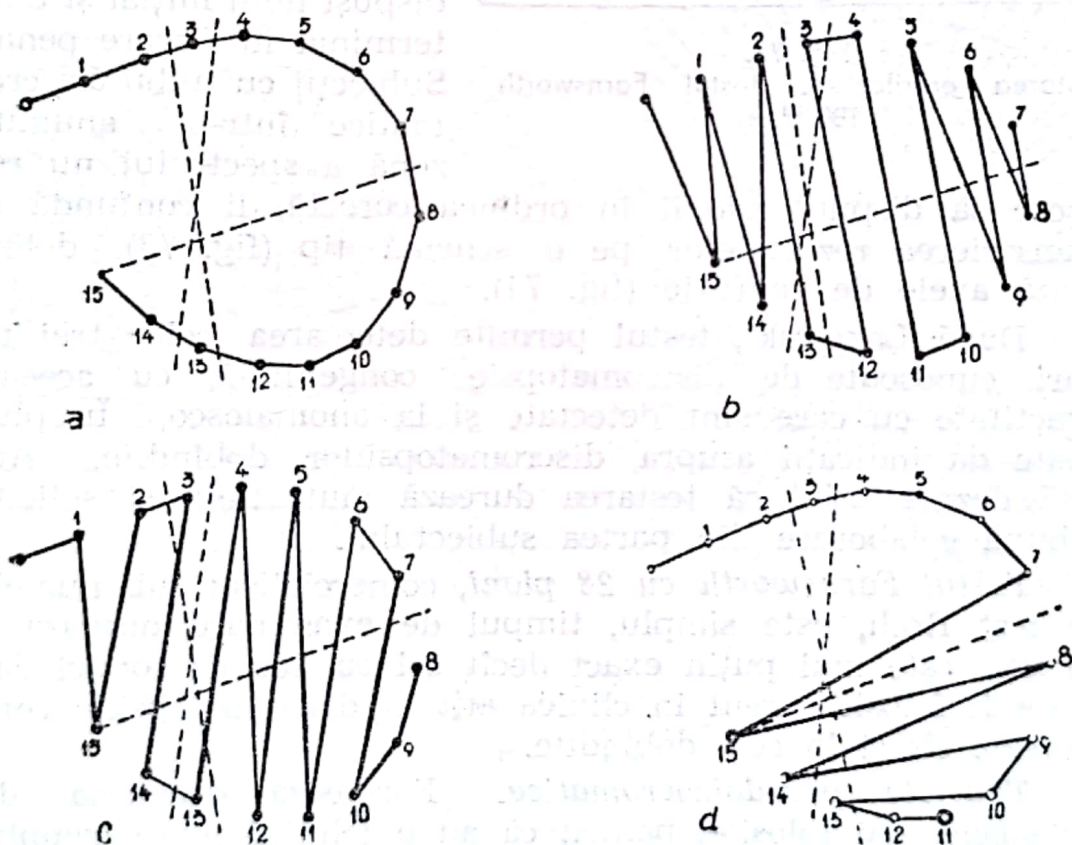


Fig. 72.

Testul Panel D-15 : a — normal ; b — protanop ; c — deutanop ; d — tritanop.

Testul Farnsworth cu 100-Hue (tonuri) face parte tot dintre testele de discriminare și asortare după ton. Conține 85 de pioni colorați, repartizați în patru penare, în ordinea situa-

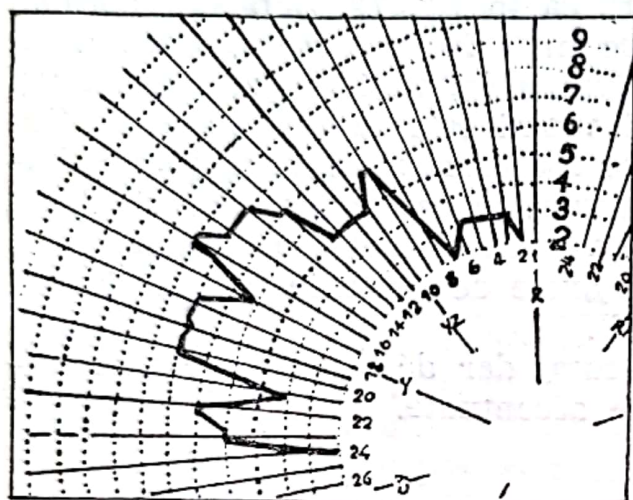


Fig. 73.

Notarea erorilor la testul Farnsworth 100-Hue.

ției lor pe diagrama cromatică, în primul penar fiind cei de la roșu la galben, în al doilea cei de la galben la albastru-verde, în al treilea cei de la albastru-verde la albastru și în al patrulea cei de la albastru la roșu purpuriu. Subiectul trebuie să așeze în ordine continuă acești pioni, folosind ca termen de referință cei doi pioni dispuși unul inițial și unul terminal în fiecare penar. Subiecții cu tulburări cromatice într-o anumită zonă a spectrului nu re-

ușesc să dispună pionii în ordinea corectă, îi confundă și transcrierea rezultatelor pe o schemă tip (fig. 73), detectează axele de confuzie (fig. 74).

După Lakowski, testul permite detectarea celor trei tipuri cunoscute de discromatopsie congenitală, cu aceeași exactitate cu care sînt detectate și la anomaloscop. În plus poate da indicații asupra discromatopsiilor dobîndite. Are însă dezavantajul că testarea durează mult timp și solicită o bună colaborare din partea subiectului.

Testul Farnsworth cu 28 pioni, comercializat sub numele de test Roth, este simplu, timpul de examinare durează 5 minute, este mai puțin exact decît cel cu 100 de tonuri dar poate fi folosit curent în clinică atît în discromatopsiile congenitale cît și în cele dobîndite.

Tabelele pseudoizocromatice. Formează categoria de teste cele mai folosite, pentru că au o tehnică puțin complicată. Folosesc culori pigmentare sub forma unor tabele, în care se prezintă cifre, litere sau desene geometrice, formate din plaje colorate de aceeași tonalitate dar de saturație și

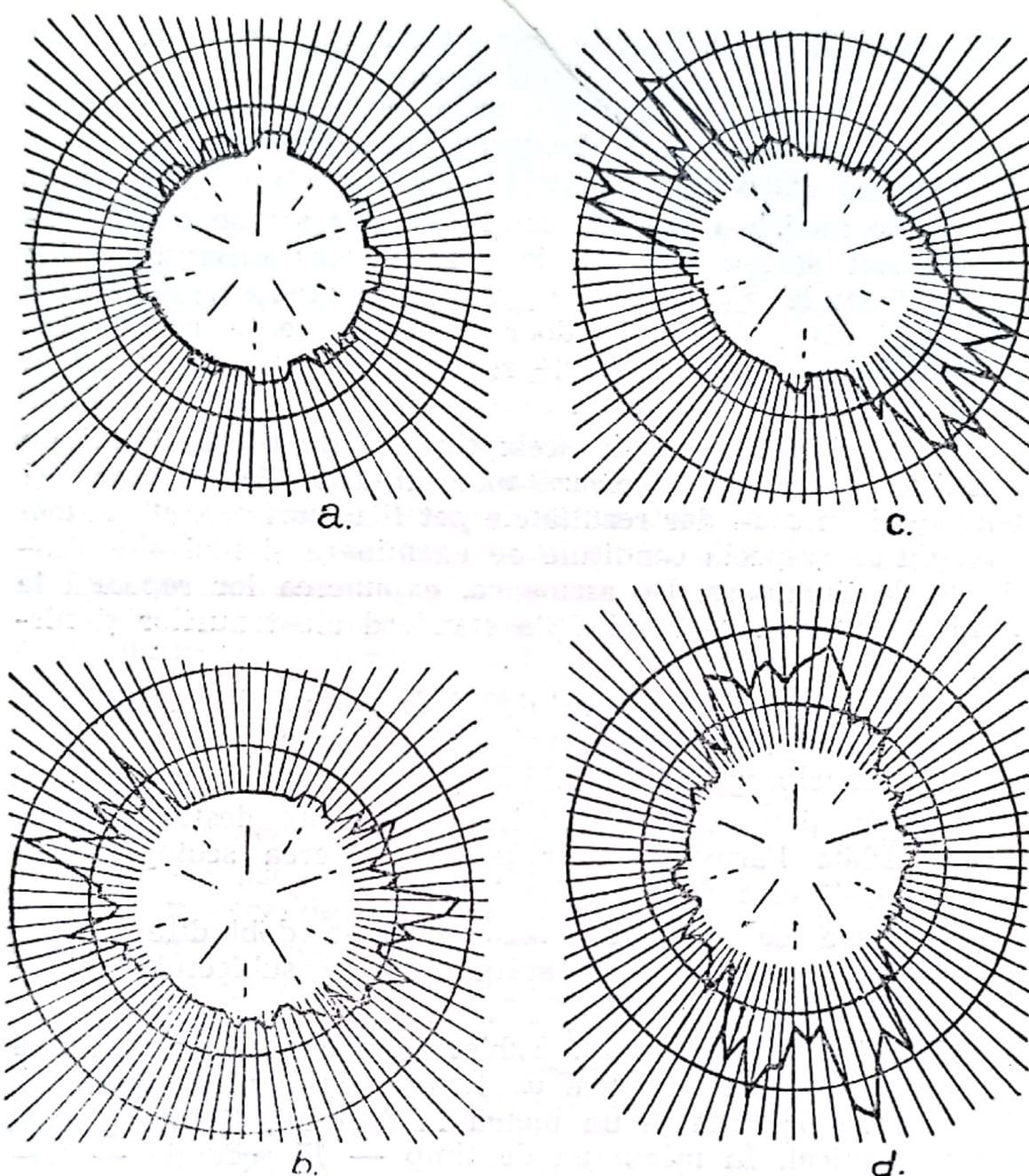


Fig. 74.

Testul Farnsworth 100-Hue : a – normal ; b – protanop ; c – deuteranop ; d – tritanop.

luminozitate diferită pe un fond format din alte tonalități dar de aceeași saturație și luminozitate cu cifrele și literele. În felul acesta discromatii, care identifică după luminozitate tonurile pe care nu le văd cu cele pe care le văd, nu disting

cifrele sau desenele. Testele sînt cu atît mai sensibile cu cît diferențele între tonuri sînt mai mici.

Ourgaud denumește aceste teste, teste de confuzie, pentru cã se bazează pe confundarea tonalitãților la strãluciri identice, de cãtre subiecți cu vedere cromaticã deficitarã.

Unele modele de tabele conțin în plus semne de contraprobã, sînt semne pe care le percep doar discromații iar normalii nu le vãd pentru cã ușoara diferență între aceste semne și fond este datã doar de componenta albastrã și este mascatã de componentele roșii și verzi (exemplu tabele Rabkin, planșele XIV, XV).

În principiu, testele de acest tip sînt de o mare utilitate practicã pentru cã detectează toate tipurile de dicromați și tricromați anomali dar rezultatele pot fi uneori eronate atunci cînd nu se respectã condițiile de examinare și mai ales condițiile de iluminare. De asemenea, expunerea lor repetatã la luminã alterează ușor calitãțile standard ale tonurilor și hîrției de fond.

Cele mai cunoscute tipuri de tabele sînt : Stilling, Ishihara, Polack, Rabkin, Dvorine, Hardy-Rand-Rittler, Boström, Boström și Kugelberg, atlasul T.M.C. (Tokyo Medical College).

Pentru detectarea deficitelor tritan este destinat testul Tritan Plate Farnsworth iar pentru vederea scotopicã din acromatopsii este folosit atlasul FVS.

În ceea ce privește discromatopsiile dobîndite, tabele pseudoizocromatice nu pot arãta decît cã subiectul nu are vedere cromaticã normalã.

Tehnica de examinare. Subiectul este plasat cu spatele la fereastrã sau la o sursã de luminã cu luminã albã (300 lucși). I se prezintã la un metru în fața lui, fiecare planșã, ținutã vertical. În minimum de timp — 15 secunde — trebuie sã denumeascã cifra sau figura prezentatã. Normalii o fac cu ușurință. Rezultatele sînt trecute într-un tabel cu numãrul fiecărei planșe și rãspunsul dat de subiect. La sfîrșit se totalizeazã rãspunsurile bune și dupã numãrul greșelilor se încadreazã în tipul de discromatopsie.

Pentru tabelele Rabkin, cele 25 de planșe se pot împãrți în mai multe grupe :

— planșe pentru demonstrarea metodei I, II ;

— planșe pentru diagnostic general al discromatopsiei, fără a se putea preciza tipul : III, IV, V, VI, VII, IX, XVIII, XX, XXI ;

— planșe pentru diagnostic diferențial între protan și deutan : VIII, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XIX.

După notarea rezultatelor constatăm că :

— normalii văd corect 25 de planșe din 25 ;

— protanopii văd 7 : I, II, XVII, XXII, XXIII, XXIV, XXV ;

— deuteranopii văd 9 : I, II, VIII, XI, XII, XXI, XXIII, XXIV, XXV.

— protanomalii tip A văd 9—10 tabele ;

— deuteranomalii tip A văd 10—12 tabele.

Pentru verificarea diagnosticului de discromatopsie precum și pentru descoperirea simulanților se folosesc tabelele de control K.

Puterea discriminantă a tabelelor Rabkin este cea mai mare dintre toate tipurile de tabele policromatice. Nu toate planșele au însă aceeași valoare discriminantă. Frey spune că dacă s-ar face un test, format din planșa 10 Boström, planșa R din testul Boström-Kugelberg, planșa XIV Rabkin și Tritan-Plate-Farnsworth, s-ar obține un test excelent pentru detectarea deficiențelor congenitale de ax roșu-verde.

Tabelele pseudoizocromatice nu pot da indicații asupra formelor minore de discromatopsie congenitală, a așa-numitelor anomalii limită și asupra adisparopiei cromatice.

Probele de denumire. Din această categorie fac parte lanternele colorate. Prin acest procedeu se prezintă subiectului stimuli colorați de diferite mărimi, care să poată fi recunoscuți de la distanța de 5 metri. Subiectul trebuie să precizeze tonul.

Este metoda care are valoare practică pentru cercetarea aptitudinilor profesionale, în profesii care necesită o bună vedere cromatică la distanță, fără să permită însă diagnosticul de tip și de gravitate a unei discromatopsii, în afară de formele de dicromazie. Ele demonstrează sub ce unghi vizual, semnalele colorate pot fi recunoscute corect și aceasta este valabil pentru muncitorii din transporturi.

Se pot folosi teste succesive sau simultane cu tonalități diferite, ceea ce face ca metoda să fie mai precisă.



Peste filtrele colorate se pot suprapune filtre opace de intensități diferite, care modifică luminozitatea culorilor, simulând modificările acestora în funcție de diverse condiții atmosferice. Dintre diversele tipuri de lanterne cunoscute, amintim: lanterna Edridge-Green (Anglia), lanterna Williams (S.U.A.).

TESTE PENTRU VEDEREA CROMATICĂ CENTRALĂ

Cartoanele lui Haitz așezate la stereoscop, constituie un procedeu util pentru a depista scotoame centrale cu interesări în axul roșu-verde sau galben-albastru.

Testul scotometric Odintov este utilizat pentru examinarea câmpului central al vederii culorilor. Este format din șase cartonașe de 6/7 cm mărime, de culori diferite, cu puncte roșii, verzi, galbene, albastre pe fond alb și alb pe fond negru, precum și unul policromatic. Fiecare test cuprinde nouă puncte cu un diametru de 2 mm fiecare și la o distanță de 5 mm unul de altul.

Subiectul este așezat la 33 cm de test și fixează punctul central. Bolnavul trebuie să denumească corect culoarea tuturor punctelor. Se notează atât dispariția punctului cit și a culorii. Testul permite descoperirea unui scotom central pentru culori în afecțiuni ale maculei și ale nervului optic.

Examenul senzației cromatice în perimetria colorată deși se poate utiliza în clinică, rezultatele nu sînt concludente căci intervine un număr mare de variabile ca: lungimea de undă dominantă, starea de preadaptare cromatică, pragul cromatic, intensitatea inegală a stimulilor și luminozitatea diferită în funcție de mărimea pupilei.

Electroretinograma cu stimuli colorati permite, în anumite condiții de adaptare retiniană, diagnosticul diferențial între anomaliile congenitale și dobîndite ale vederii colorate.

TULBURĂRI ALE VEDERII CULORILOR

Discromatopsii congenitale

Se întîlnesc cu o frecvență de 8% pentru sexul masculin și 0,4% pentru sexul feminin și pot fi clasificate în:

— *anomalii la limită*. Este vorba de o tulburare cromatică atenuată, tradusă prin erori și ezitări la tabelele pseu-

doizocromatice și testul Farnsworth și indice de anomalie la limita superioară și inferioară a normalului. Ele se întâlnesc cu o frecvență de 15% în populația normală și în aceeași grupă se includ și femeile heterozigote, purtătoare de genă patologică ;

— *tricromazia anomală*. Este o tulburare în perceperea uneia din culorile principale și reprezintă 70% din discromatopsiile congenitale. În funcție de culoarea deficitară se subîmparte în :

— *protanomalie* (Hartl) reprezintă 10% din discromatopsiile congenitale și este o deficiență a receptorului pentru roșu ;

— *deuteranomalia* (Rayleigh) reprezintă 59% din discromatopsiile congenitale și este o deficiență a receptorului pentru verde ;

— *tritanomalia* reprezintă 1% din tulburările cromatice congenitale și este o deficiență a receptorului pentru albastru. Rămîne încă o anomalie discutabilă, impusă mai mult de sistemul tricromatic ;

— *dicromazia*. Dicromații posedă două sisteme receptoare și au cecitate pentru una din culorile principale. Constituie 25% din discromatopsiile congenitale. În funcție de receptorul nefuncțional se deosebesc :

— *protanopia* (Dalton) reprezintă 10% din tulburările cromatice congenitale și constă în lipsa receptorului pentru roșu. Sensibilitatea diferențială este alterată în domeniul roșului, precum și în portocaliu, galben și verde ;

— *deuteranopia* (Nagel) reprezintă 14% din totalul tulburărilor cromatice congenitale și constă din lipsa receptorului pentru verde. Subiecții nu percep decît o singură tonalitate în partea radiațiilor cu lungime scurtă de undă ;

— *tritanopia* reprezintă 1% din tulburările cromatice congenitale și constă în lipsa receptorului pentru albastru ;

— *acromatopsia congenitală*. Reprezintă tulburarea cromatică în care subiecții nu percep nici o culoare și văd lumea în alb-negru. Se asociază cu ambliopie, fotofobie și nistagmus. Se individualizează mai multe grade de acromatopsie :

— acromatopsie completă cu ambliopie ;

— acromatopsie incompletă cu ambliopie ;



— acromatopsie completă sau incompletă fără ambliopie cu două forme: protanopică și deuteranopică;

— *acromatopsii atipice*. În această grupă se includ opt tipuri de acromatopsie, care după acuitatea vizuală, maximum de vizibilitate în spectru și diferențierea cromatică se situează la limita între acromatopsie și dicromazie;

— *anomaliile extreme*. În această grupă se includ protanomalia și deuteranomalia extremă, fiecare cu două subgrupe, care se situează după caracterele clinice între dicromazie și tricromazia anomală. Sînt forme de deficiențe cromatice care au fost identificate prin studii la anomaloscop.

Discromatopsii dobîndite

Prezintă următoarele caractere:

— nu apar izolat, ci sînt în strînsă legătură cu lezarea altor funcții, ca scăderea acuității vizuale, tulburări de adaptare;

— pot fi și unilaterale sau limitate la o parte a câmpului vizual;

— evoluează în funcție de afecțiunea ce le determină. Astfel, la început poate fi un stadiu tricromatic anomal, apoi dicromatic pentru a se ajunge în cele din urmă la acromatopsie;

— tulburarea cromatică este variabilă în funcție de condițiile de examinare și se ameliorează prin creșterea intensității testului și a timpului de expunere;

— fenomenele de contrast colorat sînt atenuate, în raport cu subiecții normali;

— discromatopsia este mai complexă, interesează axe diferite și este în funcție și de sistemul de absorbție supraadăugat (cataractă, hemoragie în vitros).

Se deosebesc trei forme clinice:

— *discromatopsii propriu-zise*. Sînt secundare unor leziuni oculare. Se admite în general că tulburările cromatice în axul roșu-verde sînt caracteristice pentru leziunile căilor optice (atrofie optică, nevrită optică, edem papilar), în timp ce acelea în axul albastru-galben corespund unor leziuni pur retiniene (retinopatie pigmentară, retinopatie diabetică, degenerescență maculară senilă, miopie forte, deslipire de retină);

— *cromatopsii*. Este o vedere colorată a unor suprafețe care sînt văzute alb de către subiecții normali. Ele pot fi :

— *cromatopsii* prin perturbarea sistemului de transmisie, fie printr-o creștere a absorbției filtrelor naturale (cateractă, hemoragie în vitros), fie printr-o reducere în absorbția filtrelor naturale (afachie). Cristalinul, fiind un filtru care protejează ochiul împotriva radiațiilor ultraviolete, spectrul apare lărgit după extracția cristalinului spre lungimea scurtă de undă, unde culoarea albastră devine mai întinsă ;

— *cromatopsii* de origine retiniană, secundare unor corioretinite sau intoxicații neuro-retiniene. Se deosebesc eritropsia sau vederea colorată în roșu (hemoragii intraoculare), xantopsia, vederea colorată în galben (după santonină); cianopsia, vederea colorată în albastru (în afachie) ; cloropsia, vederea colorată în verde ; iantropsia, vederea colorată în violet (după diferite substanțe toxice ca marihuana, ciuperci) ;

— *agnozii cromatice*. Se întîlnesc în leziuni occipitale. Constau în imposibilitatea de a recunoaște o culoare, deși receptorii retinieni sînt indemni.

Din punct de vedere genetic, discromatopsiile congenitale se transmit recesiv legat de sex. Localizarea discromatopsiilor pe cromosomul X, le conferă acestora un rol de marcator de genă.



VI. ESTEZIOMETRIA CORNEEI

Sensibilitatea corneei are o importanță mare în protecția globului ocular. În afară de cheratita neuroparalitică, există numeroase afecțiuni neuro-oftalmologice care evoluează cu hipostezie sau anestezie corneană. Cercetarea tulburărilor de sensibilitate corneană, constituie un examen sistematic pre- și postadaptare de lentile de contact.

Esteziometria corneei este metoda prin care se determină și se notează în clinică sensibilitatea tactilă a corneei.

Încă din 1894, von Frey alcătuiește o serie de esteziometre formate din fire de păr, de diferite grosimi, etalonate, a căror flexie antrenează o presiune cunoscută, exprimată în miligrame/mm². Franceschetti, Boberg-Ans și Cochet-Bonnet aduc ameliorări acestei tehnici.

DATE ANATOMO-FIZIOLOGICE. Nervii corneei provin din nervii ciliari. Ei pătrund în cornee la nivelul limbului sclero-cornean. La 2—4 mm de limb, pierd teaca de mielină, iar cilindraxonii formează două grupuri, dispuse unul superficial și altul profund. Cel superficial alcătuiește un plex subbazal, un plex subepitelial și altul intraepitelial. Cel profund se pierde în țesutul cornean profund și membrana lui Descemet. Fiecare nerv transmite astfel sensibilitatea unui sector cornean bine definit, iar lezarea sa provoacă o anestezie triunghiulară cu vârful central și baza la periferie.

Sensibilitatea dureroasă este foarte dezvoltată la nivelul corneei. Rowbotham și Grant, Groff și Lewey practică neurotomii selective care au permis de a disocia o sensibilitate pur tactilă de una dureroasă.

Sensibilitatea tactilă are mare importanță pentru adaptarea lentilelor corneene :

— puterea de discriminare, adică cea mai mică distanță la care se percep două puncte separat, este foarte slabă la nivelul corneei.

Saraux arată că ea este de 5 mm față de 1 mm la nivelul limbii, 3 mm la pulpa degetelor și 50—60 mm pe linia mediană a spatelui ;

— pragul de sensibilitate are o importanță mare și crește din centru spre periferie. El este cercetat prin chera-toesteziometrie. Sensibilitatea termică este redusă la nivelul corneei. Frigul este perceput, în timp ce căldura nu este apreciată decât ca durere.

În privința transmiterii curenților de acțiune se disting trei tipuri de unde :

— unde rapide, corespunzând fibrelor mielinizate ce vehiculează senzația tactilă și de presiune ;

— unde lente, corespunzând fibrelor mai puțin mielinizate ce vehiculează senzația termică și dureroasă ;

— unde mai lente, corespunzând fibrelor nemielinizate ce vehiculează senzații dureroase rău localizate și reacții vasomotorii. Centrul corneei emite numai unde lente, fapt ce arată o sensibilitate pur dureroasă, în timp ce periferia emite toate cele trei tipuri de unde.

Reflexe cu punct de plecare cornean sînt numeroase : vasculo-motorii, tensional, irian. Pentru sensibilitatea corneei interesează reflexul corneo-palpebral. Excitația corneei în mod normal determină contracția orbicularului pleoapelor, cu închiderea imediată a fantei palpebrale. În mod accesoriu apare miozis, lăcrimare și vasodilatație conjunctivală.

Un reflex viu și evident este determinat de hipersensibilitatea corneei. El poate fi influențat și de echilibrul neurosomatic al subiectului (atingerea cililor, senzația vizuală apropiată a unui obiect).

Un reflex slab sau absent arată o tulburare de conducere a căilor senzitive (oftalmic, trigemen) sau o tulburare la nivelul centrului cortical. Se va cerceta obligatoriu și troficitatea corneană și debitul lacrimal.

Cercetarea pragului de sensibilitate se bazează pe apariția reflexului normal de clipire și numai în al doilea rînd pe senzația menționată de subiect. Nu trebuie confundat refle-



xul de clipire cu reflexul de apărare, ce apare la subiecții anxioși. Contactul provocat trebuie să fie lent, cu o pauză de un minut între fiecare atingere. Reacția orbicularului este apreciată subiectiv de examinator, dar se pot efectua și înregistrări electromiografice.

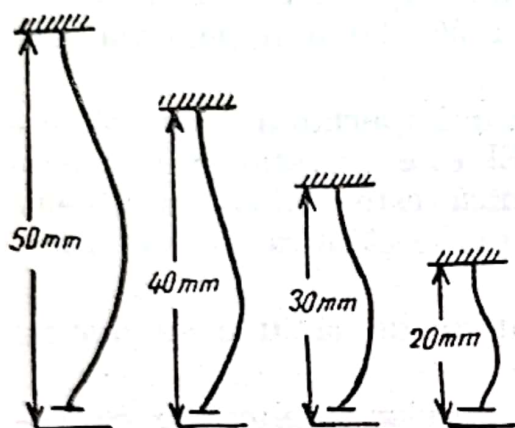


Fig. 75.
Esteziometrul Boberg-Ans.

Testul utilizat a fost inițial un rulou de vată umedă cu care se efectua atingerea corneei. Boberg-Ans (1955), arată că din 500 bolnavi cu diferite afecțiuni neurologice testați cu „vată sterilă și considerați normali”, 160 au prezentat o hipoestezie netă iar 14 accentuată. Această metodă este deci cu totul insuficientă.

Esteziometrul FRANCESCHETTI este alcătuit din 10 fire de păr incluse și protejate în tuburi metalice. Firele sunt etalonate la presiuni de 1, 2, 5, 25, 30, 50, 100, 150 și 200 mg/mm². Curbura părului nu intră în joc deoarece atunci când se produce incurbarea presiunea exercitată asupra corneei diminuează.

Esteziometrul BOBERG-ANS utilizează o serie de fire de nylon de 40 mm lungime cu diametre cuprinse între 6—35 sutimi de milimetru (fig. 75). Firul este situat într-un tub de material plastic și poate fi exteriorizat de la 5 la 60 mm. Un tabel anexă permite de a cunoaște presiunea în miligrame în funcție de numărul de milimetri exteriorizați. Cifrele sunt valabile dacă curbura firului nu depășește 15% din lungime (fig. 76).

Esteziometrul COCHET BONNET diferă de precedentul prin utilizarea unui fir de nylon de diametru constant de 11/100 mm, dar cu lungime variabilă între 5 și 55 mm. Întrebuintarea sa este identică fiind folosit un tabel de corespondență între lungime/presiune. Rezultatele se exprimă în milimetri necesari pentru a obține o senzație de contact.



Fig. 76.
Raportul între curbura și lungimea firului trebuie să fie sub 15%

Tehnica esteziometriei. Ochiul iluminat corect și uniform este pus să privească în jos și se testează inițial zonele superioare ale corneei, cele mai puțin sensibile, pentru a demonstra caracterul nedureros al probei. Apoi se testează celelalte zone corneene, în interpretarea rezultatelor urmărindu-se fie reacția orbicularului, fie perceperea stimulilor. În cursul explorării se așteaptă cel puțin un minut între fiecare atingere. Determinările se fac din aproape în aproape și numai în cazuri de dubiu se revine în urmă pentru verificare. Aplicarea firului se face perpendicular, deoarece aplicarea oblică diminuează suprafața de contact: presiunea se transmite pe o zonă mai mică, iar pragul va fi mai ridicat. Prin alunecarea firului este excitată o suprafață mai mare cu producerea unui fenomen de sumă a stimulilor și diminuarea pragului.

Viteza de aplicare a stimulilor are importanță. Un stimul subliminar este perceput prin repetiție. O tehnică corectă este obținerea lentă a contactului urmată de o primă flexie vizibilă. Se va evita o umectare prelungită a firului în soluția de antiseptic, deoarece gradul higrometric, în special pentru păr, joacă un rol important în elasticitate. Dezinfecția trebuie să se limiteze la umectarea primilor milimetri din extremitatea distală, timp de câteva secunde. După fiecare măsurătoare se va asigura un clipit normal deoarece lipsa clipitului antrenează uscarea corneei cu alterarea pragului de sensibilitate. Presiuni repetate pe o cornee insensibilă antrenează microulcerații vizibile cu fluoresceină.

Notarea rezultatelor se face pe scheme diferite. Majoritatea autorilor notează pe o schemă cu nouă puncte fie intensitatea răspunsului (Franceschetti), fie gradul de presiune de la 15 la 1 800 (Boberg-Ans), (fig. 77). Von Frey și H. Strug-

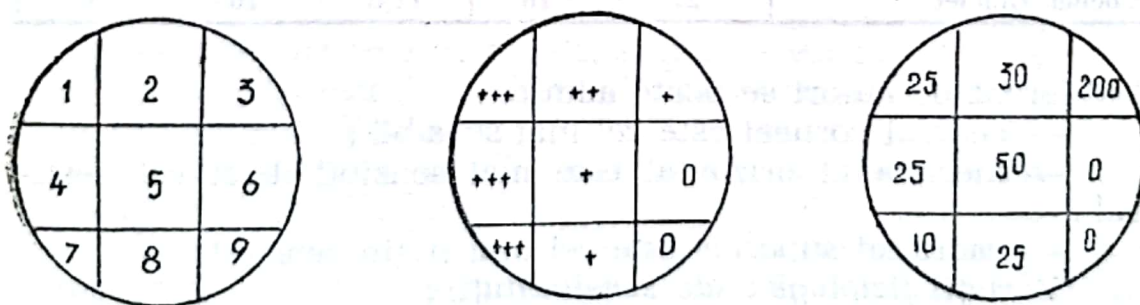


Fig. 77.
Notarea rezultatelor în 9 cadrane.



hold utilizează 17 puncte, iar alți autori utilizează scheme mai simple cu o notare în cinci puncte (fig. 78).

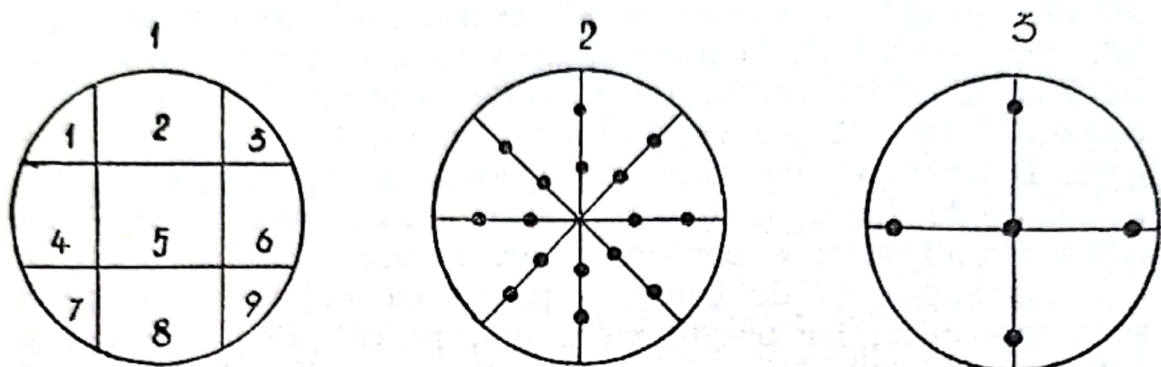


Fig. 78.
Notarea diferitelor zone corneene testate.

Notarea prin semnul pozitiv este puțin precisă dar comodă; notarea prin 0, 1, 2, 3 arată intensitatea sensibilității, nulă, slabă, medie, normală; notarea în miligrame presiune/mm² (Sedan, Boberg-Ans) este cea mai precisă.

Valori normale ale sensibilității corneene. Pragurile variază în funcție de materialul utilizat și în raport cu sectorul de cornee testat. Există variații în funcție de autori.

Tabel V

Autorul	Sup.	Temp.	Central	Nazal	Inf.
Franceschetti	35,12	6,78	5,23	8,66	17,22
Boberg-Ans	15—20	15—20	15	15—20	15—20
Cochet Bonnet	27	16	11,6	16	20

Indiferent de autori se poate admite :

- centrul corneei este cel mai sensibil ;
- meridianul orizontal este mai sensibil decât cel vertical ;
- cadranul superior este cel mai puțin sensibil.

Variații fiziologice ale sensibilității :

- există o asimetrie fiziologică între un ochi și altul, care nu depășește 20% din valori ;

— în 10% din cazuri există o hipoestezie corneeană fiziologică la persoane cu reactivitate nervoasă scăzută. Nu există o diferență de sex; există o diminuare a sensibilității corneene în raport cu vârsta: astfel pînă la 20 de ani, 40% din praguri se situează sub 25 mg, între 20 și 50 ani 20%, pentru ca peste 50 ani 15% să se situeze sub 25 mg.

Variații patologice ale sensibilității. Se întîlnesc în diferite afecțiuni oculare și generale.

Hipoestezia se întîlnește în afecțiuni oculare ca:

- traumatisme oculare și arsuri;
- glaucoame, uveite, hipertonii secundare, unde gradul de hipoestezie este direct proporțional cu creșterea tensiunii și vechimea bolii;

- operații pe glob, diatermocoagulare retrociliară. Astfel după extracție de cataractă, hipoestezia corneei durează 6—12 luni;

- leziuni inflamatorii și degenerative ale corneei (conjunctivită primăvăratică, trahom, cheratite, herpes), în funcție de întînderea hipoesteziei se apreciază evoluția afecțiunii;

- în melanosarcomul coroidian este o anestezie în sector cu aceeași valoare diagnostică ca și transiluminarea (Sedan);

- decolarea de retină veche;

- rezecții sclerale;

- hipoestezia corneeană nu constituie o contraindicație în transplantarea de cornee.

Dintre afecțiunile generale menționăm:

- sindromul fantei sfenoidale, sindromul de sinus cavernos, sindromul de vîrf de stîncă, sindromul Guillan-Garcin, sindromul de unghi ponto-cerebelos, sindromul lateral al bulbului Wallenberg, sindromul de calotă protuberanțială și altele;

- traumatisme cerebrale, sifilis nervos;

- o hipoestezie unilaterală constituie un semn prețios în tumorile cerebrale;

- alcoolizarea ganglionului lui Gasser sau intervenții pe ganglion sau ramurile sale.

Hipersensibilitatea este senzația de contact percepută cu mai puțin de 25 mg/mm². Se întîlnește în toate afecțiunile dureroase ale ochiului. Aplicarea unei lentile de contact este în aceste cazuri contraindicată. O scădere a sensibilității cor-



neene în cursul punțării lentilelor de contact, impune necesitatea schimbării acestora.

Tratament. Hipoestezia este ameliorată prin tratarea afecțiunii oculare sau neurologice care a determinat-o. Hipoesteziile moderate beneficiază de un tratament cu vitamine din grupul B, vitamina A. În hipoestezii accentuate nu se pot aplica lentile de contact din cauza fragilității epiteliale.

Hiperestezia beneficiază de un tratament cu sedative generale, barbiturice, antispastice. La subiecții emotivi se fac instilații cu xilină 2% înaintea aplicării lentilelor de contact, cocaina fiind contraindicată.

Esteziometria corneei rămîne o metodă de explorare simplă, la îndemîna oricui și aduce un element important de diagnostic ocular.

VII. MOTILITATEA PUPILARĂ

Tehnica examenului pupilar diferă în funcție de scopul pe care ni-l propunem. În cadrul unui examen clinic curent este necesar de a respecta unele principii, privind lumina din sala de examen, natura și incidența sursei luminoase, poziția ochiului examinat.

Putem distinge trei grupe de metode ;

- metode de examinare clinică ;
- metode speciale de pupilometrie ;
- probe farmacodinamice.

METODE DE EXAMINARE CLINICĂ

Examinarea statică a pupilei. Examinarea corectă constă în așezarea bolnavului în fața unei ferestre la lumina naturală și notînd situația, forma, aspectul și mărimea pupilei. Pupila normală este în general bine centrată deși există o ușoară deviere de pantea nazală, explicată de efectul optic al refracției corneene. Forma este rotundă, regulat circulară. Aspectul țesutului irian în stare normală este strălucitor, lucios, reliefat, cu mici pliuri radiare. Diametrul pupilar este variabil de la 2,5 mm la 4,5 mm, în funcție de iluminare, cu o medie de 3,5 mm. Putem întîlni însă variații pupilare fiziologice de la 0,5 mm pînă la 8 mm. Pupila este mai dilatăată la femei, tineri, miopi și la persoane cu puțin pigment irian.

Vom ține seama că pupila este cel mai fin esteziometru al corpului, care exprimă în mod direct reacțiile sistemului neuro-vegetativ.

Inegalitatea pupilară în stare de repaus poate fi frecvent fiziologică. Anizocoria dinamică este însă totdeauna patologică. Înainte de a afirma existența unei anizocorii, vom verifica dacă examinarea s-a făcut în condiții perfecte de iluminare.



Examinarea dinamică a pupilei. Vom cerceta reflexul fotomotor direct; subiectul fiind așezat în fața ferestrei va privi departe peste umărul examinatorului. Acesta acoperă ambii ochi ai subiectului cu palmele sale sau cu două cartoane. Un ochi este apoi descoperit și pupila arată o contracție rapidă la lumină, contracție ce este menținută.

Reflexul consensual se obține descoperind un ochi, așa fel ca el să nu fie expus la lumina directă și îl observăm pe acesta în timp ce celălalt este alternativ acoperit și expus la lumină.

Reacția la lumină în camera obscură se poate lua focalizând un fascicol de lumină în câmpul pupilar, pupila fiind observată printr-o lupă. O mică mișcare laterală a conului de lumină pune alternativ pupila în umbră și lumină, putând obține răspuns pupilar atât direct cât și consensual.

Cu lampa cu fantă este posibil de a cerceta reflexul fotomotor și de a determina dacă toată retina percepe lumina, evidențiind o reacție pupilară hemianopsică Wernike.

Reacția pupilară sinergică la vederea de aproape, se urmărește punând subiectul să privească la distanță și apoi brusc să fixeze degetul examinatorului, aflat vertical la 15 cm de nasul subiectului, iluminarea rămânând tot timpul constantă. În această situație pupila se va contracta proporțional cu acomodarea și convergența. Contracția este mai puțin bruscă și de mai mică amplitudine decât cea la lumină. Aceleași examinări pot fi efectuate în cameră obscură cu lampa cu fantă, punând bolnavul să fixeze alternativ un punct situat aproape și departe.

Vor fi examinate apoi reflexele pupilare la alți excitanți:

- reacția pupilară la închiderea puternică a pleoapelor;
- reacția Tournay cu mioză în abducție;
- reflex senzorial de dilatare a pupilei la durere;
- reflexul vizuo-cortical de dilatare pupilară, când atenția bolnavului este atrasă spre lumină, ochiul rămânând imobil.

METODE SPECIALE DE PUPILOMETRIE

Pupulometria de comparație este măsurarea prin comparare directă a deschiderii pupilare cu o serie de discuri circulare de mărimi gradate, așa cum a fost sugerată de Kuss-

maul (1856). Exemplul tipic este pupilometrul Haab (fig. 79), sau discul pupilometric al oftalmoscopului Morton.

Pupilometria tangențială este măsurarea diametrului pupilar aparent cu ajutorul a două linii paralele cu scală milimetrică între ele, ce trec tangențial la periferia onificioiului pupilar. Valoarea distanței în milimetri dintre cele două linii indică diametrul pupilar. O metodă mai simplă este măsurarea diametrului pupilar prin simpla suprapunere a unei rigle milimetrice din material plastic transparent. Metoda este inexactă deoarece distanța obținută cu rigla este mai mică decât diametrul pupilar real, în funcție de distanța dintre pupilă și riglă și ochiul observator. O determinare mai exactă este obținută făcând paralele razele de lumină între

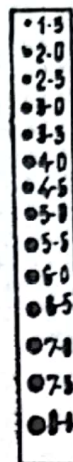


Fig. 79.
Pupilometrul Haab.

scala măsurătoare și ochiul observator, ca în pupilometrul Priestley-Smith (fig. 80), unde lentila în care este gradată scala este astfel plasată că ochiul observator este în focarul său principal.

Există de asemenea dispozitive micrometrice pe unele oculare ale biomicroscopului, precum și la unele perimetre, care permit o determinare comodă a diametrului pupilar.

Pupilometria de proiecție se bazează pe proiecția optică a unei scale pe ochiul subiectului de examinat. O oglindă poate fi folosită ca mijloc de proiecție, ca în aparatul Bumke (fig. 81).

Aceste pupilometre dau observatorului proiecția simultană a unei gradații și a diametrului pupilar. Pentru o mai

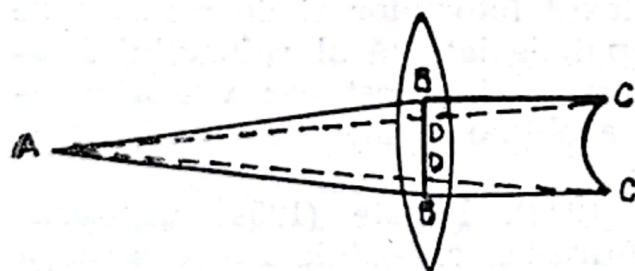


Fig. 80.

Pupilometrul Priestley-Smith. Poziția observatorului al cărui ochi este în focarul principal (A) al lentilei. Diametrul pupilar (C-C) este măsurat în BB și nu DD.

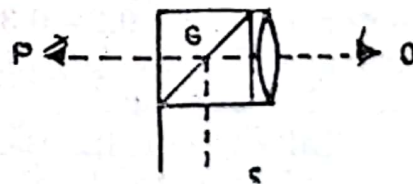


Fig. 81.

Pupilometrul Bumke. Observatorul (O) privește ochiul subiectului (P) prin lentila prevăzută cu oglindă (G) unde se proiectează scala (S).

exactă observație a imaginii pupilare, s-a introdus observația microscopică cu determinare și a pragului de iluminare. Imaginea reală a pupilei se vede în microscop și se măsoară pe o scală gradată pe ocular.

Pupilmetrie diferențială, inițiată de Hess (1916), permite măsurarea efectului variației iluminării asupra diametrului pupilar și prin aceasta aduce informații precise în studiul unor afecțiuni neurologice evolutive, în stadii incipiente de boală, în care alte metode de examinare nu dau rezultate precise. În pupiloscopul Hess pupila este examinată la biomicroscop sub un luminaj etalonat, a cărui intensitate este diminuată prin filtre de valori cunoscute. Engel introduce o intensitate luminoasă variabilă, printr-o rezistență electrică cu care apreciază indirect intensitatea fascicolului luminos-prag, ce determină reflexul pupilar.

Pentru determinarea reflexului hemianopsic, hemichinestiziometrul Braun utilizează dedublarea sistemului de iluminare, realizând doi stimuli luminoși proiectați în două puncte simetrice și excentrice ale retinei. Absența răspunsului la unul din stimuli indică reacția hemianopsică.

Metode fotografice de pupilmetrie. Toate metodele de pupilmetrie expuse nu sînt exacte și conțin factori de eroare ce țin de subiect (acomodare, stare de adaptare), de examinator (întîrziere în aprecierea reflexului pupilar observat), de condițiile de examinare (felul luminii proiectate, zona de retină excitată), care nu au fost etalonate. Metodele grafice înlătură aceste elemente. Cea mai mult întrebuintată a fost metoda fotografică. Prin utilizarea unui flaș electronic este posibil de a fotografia diametrul pupilar, fără ca mărimea lui să fie influențată de reflexul fotomotor și de reflexul de acomodatie-convergență. Timpul de latență al reflexului fotomotor este de 0,2—0,3 secunde și în acest caz viteza superioară a flașului permite de a obține o imagine exactă a diametrului pupilar.

Talbot (1938), Bartley (1942), Fugate (1954) utilizează fotografierea în lumina infraroșie, care înlătură contracția pupilară. Mai mult, această tehnică poate fi folosită pentru fotografierea pupilei în cazurile în care corneea este opacă la observație directă și fotografierea în lumina obișnuită nu este posibilă. Observația poate fi făcută și indirect prin convertizor electronic, infraroșu.

Dacă corneea este opacă și pupila nu poate fi observată direct, ea poate fi apreciată prin umbra pe care o aruncă în transiluminarea sclerală.

Inregistrări cinematografice. Metodele fotografice nu permit decât măsurarea diametrului pupilar în stadiul static, în anumite condiții de iluminare date. Metodele cinematografice permit de a înregistra și analiza mișcările pupilare. Ele pot fi transcrise pe un grafic, pe care se notează pe ordonată amplitudinea mișcărilor pupilare în milimetri, iar pe abscisă timpul în milisecunde. Pupilograma astfel obținută permite de a aprecia reacția pupilară la lumină și obscuritate, la vederea de aproape, precum și la diferiți stimuli psihosensoriali. Intensitatea și durata excitației, intervalul între stimuli, adaptarea la obscuritate, fixarea unui punct îndepărtat, au fost toate standardizate pentru ca rezultatul determinării lor să fie cât mai exact.

Lowenstein (1954), Fugate (1954) utilizează înregistrări cinematografice în lumină infraroșie, iar Tweel și Van der Gon (1959) în lumină albastră.

Inregistrarea în lumină infraroșie se efectuează în cameră obscură. Pentru a se evita convergența, subiectul fixează un punct roșu situat la infinit, provenit dintr-o sursă luminoasă, plasată în spatele lui și reflectată într-o oglindă. Ochii subiectului sînt luminați prin lumină infraroșie și pupila fotografiată pe o peliculă sensibilă la radiații infraroșii, cu 10—100 imagini/secundă. La intervale de timp sînt proiectați stimuli galben-verzi. Determinările se pot face prin proiecția imaginilor pe un ecran sau prin măsurători electronice directe.

APARATURA ELECTRONICĂ CU ÎNREGISTRARE DIRECTĂ

Utilizarea convertizorului de infraroșii (Komen, Cüppers), permite de a observa direct pupila în obscuritate, fără a mai fi necesar de a întrebuița o peliculă sensibilă la aceste radiații. Această metodă este utilă atunci cînd se cercetează un prag excito-motor fără a fi necesar de a stabili o diagramă. Convertizorul este un tub în care se face vid. Convertizorul are pe suprafața sa anterioară un strat de cesiu pe argint oxidat. Razele infraroșii incidente antrenează de pe acest strat electronii, care traversează tubul și vin să lovească fața sa



posterioară, tapetată de o substanță fluorescentă care se iluminează. O optică specială pentru infraroșii formează pe fața anterioară a tubului o imagine infraroșie a obiectului și un dispozitiv electronic dirijează această imagine infraroșie pe ecranul fluorescent, care dă imaginea vizibilă a pupilei. Prin această metodă este posibil de a se măsura diametrul pupilar la o apropiere de 0,1—0,2 mm. Marele avantaj al acestor tehnici este că se poate face o înregistrare continuă a diametrului pupilar, ceea ce nu este posibil prin metoda cinematografică chiar la un ritm de 100 imagini/secundă. Această tehnică reprezintă un progres în diagnosticul neuro-oftalmologic și poate face o analiză completă a stadiului de contracție și dilatare a pupilei și o diferențiere a reacțiilor simpatice și parasimpatice. Se poate face un diagnostic diferențial între o tulburare funcțională și una organică, iritativă sau distructivă. Prin aceste înregistrări s-au putut pune în evidență patru tipuri distincte de răspunsuri la lumină:

- primul tip constă dintr-o contracție rapidă și dilatare rapidă;
- al doilea tip constă dintr-o contracție rapidă și dilatare lentă; este cel mai frecvent întâlnit;

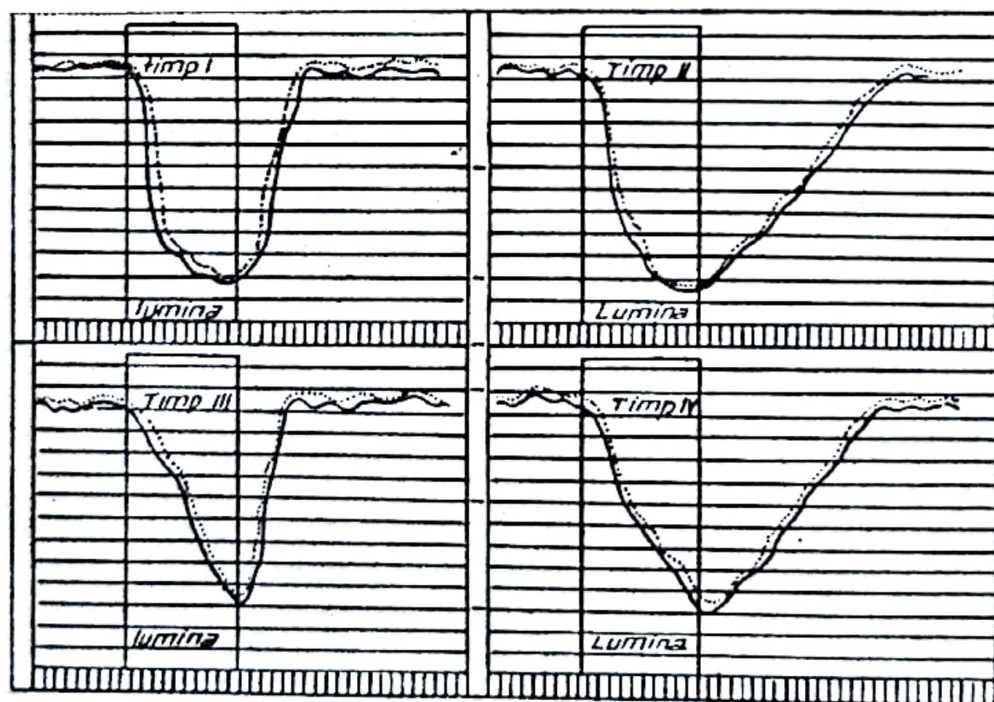


Fig. 82.

Cele patru tipuri de reacții pupilare la lumină. Linia continuă arată reacția directă, linia întreruptă arată reacția consensuală.

- al treilea tip, contracție lentă și dilatație rapidă ;
- al patrulea tip, contracție lentă și dilatație lentă.

Fiecare subiect prezintă un răspuns constant al unuia din aceste patru tipuri (fig. 82).

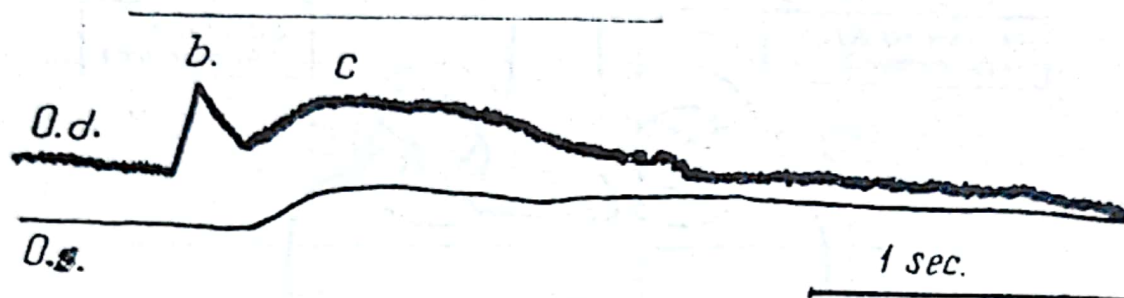


Fig. 83.

Înregistrarea electro-retinografică a reflexului fotomotor direct și consensual.

Electropupilografia. Când se înregistrează potențialul electric al celor doi ochi, după excitație luminoasă, de partea luminată se înregistrează un traseu electro-retinografic clasic, constituit din unda „a” electronegativă, unda „b” electropozitivă și o undă „c” electropozitivă de natură pupilară. Pe traseul ochiului congener, care nu a fost luminat, se notează numai un răspuns consensual care este unda „c” absolut suprapusă undei „c” a ochiului luminat. Ea apare la câteva milisecunde după unda „c” a ochiului luminat și are o intensitate ceva mai mică (fig. 83).

Acest răspuns este o manifestare electrică a reflexului pupilar consensual, căci el nu apare pe un ochi atropinizat.

PROBE FARMACODINAMICE

Motilitatea pupilară este asigurată prin sistemul simpatic și parasimpatic, iar influxurile nervoase care pun în joc unul sau ambele sisteme, acționează prin intermediul mediatorilor chimici, acetilcolină și adrenalină. Diferite substanțe aplicate sub formă de coliruri în fundul de sac conjunctival, difuzează prin corneea în umoarea apoasă până la iris.

Testele farmacodinamice au o mare valoare atunci când diametrul pupilar este mai mare sau pupilele sînt inegale. Principiul constă că atropina (homotropina, scopolamina) deprimă activitatea parasimpatică, ezerina (prostigmina, DFP-ul,



fizostigmina) cresc activitatea parasimpatică, în timp ce cocaina, adrenalina (neosinefrina, efedrina) cresc activitatea simpatică, iar ergotamina (ergotoxina) o scad (fig. 84).

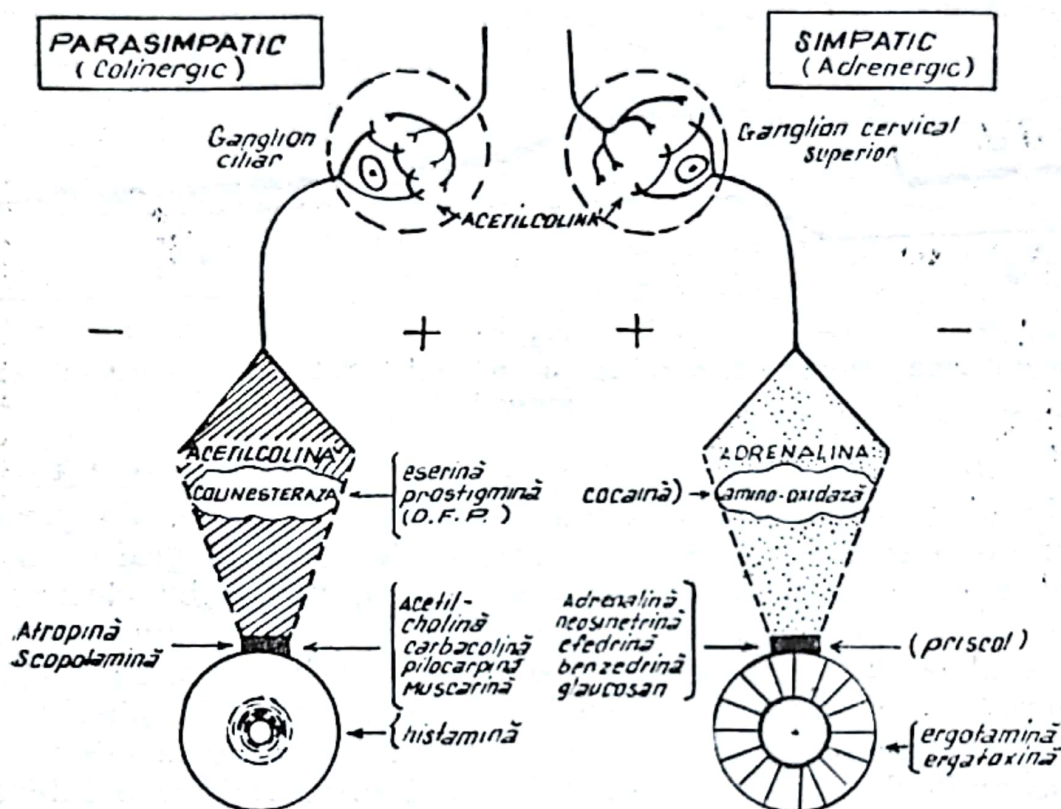


Fig. 84.

Reacții pupilare farmacodinamice.

Urmează că reacțiile anormale vor fi obținute dacă simpatul sau parasimpatul este anormal. Midriaza dată de pareza nervului III va fi diferențiată de aceea dată de hiperexcitabilitatea simpatică și o mioză dată de iritarea nervului III, de aceea dată de paralizia simpatică.

Cea mai satisfăcătoare metodă este aceea sugerată de Coppez (1903) și elaborată în detaliu de Danis și Coppez (1926), (fig. 85).

Testul cocainei. Ca procedeu clinic se instilează la un interval de un minut în fundul de sac conjunctival patru picături de cocaină 4% în 1% adrenalină și se fac patru observații la 15 minute interval.

	REPAOS	ATROPINA	COCAINA	ESERINA
Midriază paralitică				
Midriază spastică				
Mioză Spastică				
Mioză paralitică				

Fig. 85.

Acțiunea principalelor colire asupra pupilei patologice (Coppez).

Explorarea pupilei dilatate. Există trei posibilități :

- pupila explorată este dilatată prin contracția dilatorului, deci prin o excitație simpatică ;
- pupila explorată este dilatată prin inhibiția sfincterului, deci prin o inhibiție parasimpatică ;
- pupila explorată este normală.

Cocaina 4% va determina o excitație a dilatorului :

- pupila nu se dilată, deci a fost o excitație simpatică deja preexistentă și o excitație a dilatorului nu este suficientă pentru a învinge spasmul. În acest caz atropina determină o midriază maximă, iar ezerina determină o oarecare constricție ;

- pupila se dilată puternic, deci este o midriază paralică prin paralizia sfincterului. O excitație a dilatorului are un efect cu atât mai mare cu cât mușchiul antagonist a fost deja paralizat. Atropina crește această dilatare, iar ezerina o diminuează dacă leziunea de III este centrală (proximală de ganglionul ciliar) ;

— pupila se dilată puțin. Este vorba de o pupilă normală. Excitarea dilatatorului determină această ușoară dilatare.

Explorarea pupilei miotice. Și aici există trei posibilități :

— pupila explorată este normală ;
— pupila explorată este patologică. Ea este contractată prin contracția sfincterului, deci prin excitația parasimpatică ;

— pupila explorată este patologică. Ea este contractată prin inhibiția dilatatorului, adică a simpaticului.

Instilarea de cocaină 40% va determina o excitație a dilatatorului :

— pupila se dilată, deci este o pupilă normală. Excitarea dilatatorului este cu atât mai vizibilă cu cât pupila a fost mai strînsă la început ;

— pupila nu se dilată sau se dilată foarte puțin. Poate fi un miozis spasmodic prin excitarea sfincterului sau un miozis paralytic prin inhibiția dilatatorului ;

— pupila se dilată la maximum. Este un miozis spasmodic.

Utilizăm acum atropină :

— dacă pupila se dilată mult este vorba de un miozis spasmodic. Atropina a suprimat excitarea parasimpaticului, iar dilatatorul antagonist și neparalizat devine predominant ;

— dacă pupila se dilată slab este vorba de un miozis paralytic. Atropina a suprimat acțiunea sfincterului dar paralyzia dilatatorului împiedică ca acesta să devină predominant și persistă un echilibru aproximativ.

Din datele prezentate rezultă că pupila anormală poate fi ușor diagnosticată în cazul unei anizocorii. Când nivelul leziunii este cunoscut, cauza inegalității poate fi determinată. Când sistemul implicat este cunoscut, dar nivelul leziunii este obscur, natura leziunii poate fi determinată. Chiar dacă nici nivelul nici sistemul implicat nu sînt cunoscute, natura leziunii poate fi diagnosticată.

Testul adrenalinei (Lowe, 1921) poate fi utilizat pentru analiza stării simpaticului. Instilarea de adrenalină nu are nici un efect asupra pupilei normale. Poate determina dilatare dacă este o iritare simpatică. În asociații cu cocaina mi-driaza este mare.

Cînd simpaticul este paralizat reacția la adrenalină este variată. Foerster și Gagel (1932) arată că lezarea primului neuron pe calea pupilară nu dă nici o modificare, cu reacții normale ale pupilei la adrenalină (nu se dilată) față de cocaină (se dilată). În leziunile neuronului al doilea, pupila nu reacționează nici la o substanță simpaticomimetică. În leziunile neuronului al treilea se produce o reacție inversă față de primul neuron, cocaina fiind fără efect, iar adrenalina determinînd dilatare.

VIII. EXPLORAREA OFTALMOTONUSULUI

Există în interiorul globului ocular o anumită presiune, al cărui nivel condiționează metabolismul său. Pentru a măsura presiunea oculară dispunem de două tipuri de tonometre :

— tonometre prin depresiune corneană, din care cel mai cunoscut și cel mai răspândit în Europa este tonometrul Schiötz (1905) ;

— tonometre prin aplanatie corneană, cel mai vechi (Maklakoff, 1885) și totuși cel mai nou (Goldmann, 1954) au cea mai răspândită utilizare.

ANATOMO-FIZIOLOGIE

Umoarea apoasă ia naștere în camera posterioară a ochiului la nivelul corpului ciliar atât printr-un mecanism difuzional pasiv, propriu întregii uvei, cât și printr-un transfer activ numit impropriu „secreție”. Acest ultim mecanism se petrece numai la nivelul corpului ciliar și energia necesară acestui proces este constituită de diferența de potențial de oxido-reducțiune dintre epiteliu și stromă (Friedenwald). Prin mecanismul difuzional trec din sânge în umoarea apoasă apa, neelectrolitii și substanțele difuzibile neionizate, iar prin mecanismul de secreție acidul ascorbic, sodiul și hidrogenul. Odată formată, umoarea apoasă trece din camera posterioară prin orificiul pupilar în camera anterioară. În camera posterioară, umoarea apoasă are un rol metabolic important în nutrirea cristalinului, astfel că din punct de vedere clinic, compoziția sa diferă de aceea din camera anterioară.

Fluorometric, s-a putut constata că trecerea umoarei apoase prin diafragma pupilar se face discontinuu, învingând rezistența formată de aplicarea irisului pe fața anterioară a cristalinului.

Umoarea apoasă nu se comportă ca un tot unic în procesul de formare, nici în cel de eliminare. Faptul că în umoarea apoasă există substanțe care nu au intrat prin difuziune, arată că acestea nu pot trece în circulația sanguină prin difuziune, ci pe o altă cale de eliminare, care constituie calea de scurgere. Substanțele care au intrat prin difuziune părăsesc camera anterioară prin difuziune sau scurgere; cele care au intrat prin secreție se elimină numai prin scurgere.

Viteza de scurgere a umoarei apoase este apreciată la $2,2 \text{ mm}^3/\text{minut}$. Din punct de vedere metabolic, au importanță schimburile ce au loc la nivelul întregului sistem camerular (mecanism de resorbție). Ele sînt de 12—15 ori mai intense decît debitul de scurgere de la nivelul unghiului de filtrație. Din punct de vedere al tensiunii oculare, reglarea acesteia nu este cu nimic influențată de schimburile hidrice difuzionale ce au loc la nivelul pereților camerulari, pentru că, cantitativ, ceea ce se produce la acest nivel în versantul anterior al sistemului capilar se resoarbe în versantul venos.

Reglarea tensiunii oculare ține, în ceea ce privește umoarea apoasă, numai de doi factori :

- presiunea de formare la nivelul corpului ciliar ;
- rezistența de scurgere la nivelul unghiului irido-cornean.

Unghiul irido-cornean este limitat înainte prin fața posterioară a corneei și joncțiunea corneo-sclerală și în urmă prin fața anterioară a irisului. Partea sclerală și partea ciliară sînt tapetate de o formațiune lamelară numită sistem trabecular. La nivelul trabeculului, umoarea apoasă părăsește camera anterioară pentru a ajunge în canalul lui Schlemm și venele apoase, iar de aici prin venele episclerale în circulația generală. Între camera anterioară și canalul lui Schlemm, umoarea apoasă parcurge un filtru format din :

- trabeculul scleral constituit din suprapunerea de lamele perforate ;
- trabeculul cribriform, juxtacanalicular, format dintr-o substanță conjunctivă bogată în mucopolizaharide ;
- celule endoteliale care formează peretele intern al canalului lui Schlemm.

Amsler (1955) împarte astfel dispozitivul de drenaj al ochiului :

— secțiunea de filtrație, care cuprinde trabeculul scleral (filtru propriu-zis) dublat de canalul lui Schlemm ;

— secțiunea de drenaj formată dintr-o rețea extrem de complexă de vase. După Duke Elder, această rețea poate fi împărțită în trei componente :

— căile de ieșire ale plexului venos ciliar ce transportă sînge pur ;

— căile de ieșire ale canalului lui Schlemm ce transportă umoarea apoasă ;

— rețeaua anastomotică plexiformă, între primele două componente, formată de venele apoase (Ascher) sau venele laminare (Goldmann).

După Dvorak-Theobald rețeaua anastomotică plexiformă are patru etaje : plexul scleral profund, plexul intrascleral, plexul episcleral și plexul subconjunctival.

Venele apoase ies din grosimea scleroticii la 2 mm de limb și după un traiect aproape rectiliniu, radiar, ajung în venele ciliare musculare, care se continuă cu vena oftalmică superioară, sinusul cavernos, vena jugulară iar de aici în circulația generală.

O parte din umoarea apoasă ajunge în plexul mușchiului ciliar (Kiss) de unde se scurge prin venele ciliare anterioare emergente.

Orice dificultate în scurgerea umoarei apoase poate determina variații ale schimbului de lichide din interiorul ochiului cu creșterea tensiunii oculare. Ochiul este un compartiment sferic cu pereții rigizi, dar extensibili, umplut cu un lichid care exercită pe toată suprafața sferei o presiune dinăuntru către înafară numită presiune intraoculară (P_o). Presiunea existentă în interiorul ochiului (P_o) este condiționată de 3 factori :

— lichidele intraoculare ;

— elasticitatea pereților ;

— presiunea intrinsecă a mușchilor extraoculari.

Lichidele intraoculare, care creează P_o , se găsesc în două compartimente :

— compartimentul umoral, reprezentat de sistemul cameral al ochiului (camera anterioară, camera posterioară, camera vitreană) ;

— compartimentul sanguin, reprezentat de vasele uveale.

Presiunea în cele două compartimente este obligatoriu egală, deoarece lichidele fiind incompresibile, presiunea se transmite integral în cele două lichide și suportată de pereții oculari.

Dintre aceste lichide, umoarea apoasă joacă rolul cel mai important în reglarea oftalmotonusului. Goldmann (1949) aplică legea lui Poisseuille (1839), care condiționează deplasarea lichidelor în tubii cu diametrul mic și arată că debitul umoarei apoase (D) este proporțional cu presiunea de scurgere rezultată din diferența presiunilor la cele două extremități ale căilor de eliminare și anume presiunea oculară (P_o) minus presiunea venoasă (P_v) și invers proporțională cu rezistența de scurgere (R). Această ipoteză a fost verificată atât clinic cât și experimental și permite de a studia și măsura factorii care reglează oftalmotonusul :

$$D = \frac{P_o - P_v}{R} \text{ sau } D \times R = P_o - P_v$$

de unde

$$P_o = (R \times D) + P_v$$

Dintre toți acești factori de care depinde P_o , rolul cel mai important îl are în patologie, creșterea rezistenței de scurgere creată de un blocaj al unghiului camerular sau de o reducere a debitului colector.

Elasticitatea pereților. Învelișul ocular este sensibil și se află sub tensiune prin presiunea lichidelor intraoculare. Elasticitatea este proprietatea pe care o are un corp de a suferi o deformare și de a-și relua apoi forma sa inițială. În clinică vorbim de inversul elasticității, adică de rigiditatea învelișului ocular. Această rigiditate rezultă în primul rând din caracteristicile scleroticii și într-un grad mai mic din cele ale corneei și ale uveei. Retina pare a nu avea nici un rol.

Presiunea extrinsecă. Mușchii oculari exercită o oarecare presiune asupra învelișului scleral. Contractia pleoapelor și a musculaturii extrinseci cresc tensiunea intraoculară. Barany (1955) arată o aplatizare a camerei anterioare cu micșorarea unghiului camerular prin contractura musculaturii extrinseci. Curarizarea coboară tensiunea oculară. Dar, în afară de aceste date experimentale, în clinică presiunea extrinsecă este practic neglijabilă.

TONOMETRIA

Se poate măsura clinic tensiunea internă a ochiului prin acțiunea unei forțe exterioare care deprimă corneea (tonometru prin depresiune sau indentație) sau care aplanează (tonometru prin aplanatie).

Ca principiu, o presiune rezultă din aplicarea continuă a unei forțe determinate printr-o greutate pe o unitate de suprafață. Presiunea se măsoară cu ajutorul unui manometru. Tensiunea este rezistența pe care un perete organic mai suplu sau mai rigid, îl opune lichidelor conținute în interior. Ea se măsoară cu ajutorul unui tonometru. Este posibil deci în clinică de a determina presiunea oculară, bazându-ne pe măsurători tonometrice. De aceea termenii de presiune oculară, tensiune oculară și oftalmotonus trebuie considerați ca sinonimi. Măsurând presiunea endoculară, tonometrul va da relații asupra limitelor unei presiuni oculare normale și însemnătatea unei hipertensiuni oculare.

TONOMETRE PRIN DEPRESIUNEA CORNEEI (INDENTAȚIE)

TONOMETRUL SCHIÖTZ

Principiu. Tonometrul Schiötz are ca principiu de a măsura înălțimea unei depresiuni corneene. Constă în a aplica pe corneă o greutate prin intermediul unui piston menținut vertical. Acesta, datorită elasticității pereților oculari, se înfundă cu atât mai mult, cu cât tensiunea este mai mică. Tonometrul Schiötz permite de a măsura înălțimea depresiunii astfel produse. Înălțimea depresiunii este în funcție de trei factori :

- presiunea inițială endoculară (P_o), adică aceea care precede aplicarea tonometrului ;
- rigiditatea parietală ;
- curbura corneei.

Valorile presiunii endoculare, al cărui simbol este P_o , sînt rezultatul unor date experimentale căpătate și prelucrate ulterior. Presiunea tonometrică, al cărui simbol este P_t , este mai mare decît P_o . Aparatul deprimă peretele ocular și o can-

titate de umoare apoasă este deplasată, fapt care pune în joc forțe ale tensiunii parietale (fig. 86).

Cu cât volumul de lichid deplasat este mai mare, cu atât diferența între P_t și P_o va fi mai mare. Deplasarea lichidului este importantă în tonometria prin indentație. Pentru presiuni între 10—30 mm Hg, deplasarea este de 6—30 mm³. În termenul rigidității parietale se găsesc incluse forțele tensionale (T), care au o direcție oblică în sus și în afară și se supraadaugă presiunii interne. Cu cât indentația este mai mare cu atât aceste forțe tind a deveni verticale.

Aparatul conține un sistem de indentație, format din pistonul cu raza de 3 mm ce acționează în centrul unei zone de cornee prin intermediul piciorului ($r = 15$ mm). Extremitatea superioară a pistonului este subțiată, și se articulează cu un levier multiplicator prin intermediul căruia toate mișcările pistonului sînt amplificate de 20 ori. Partea orizontală a levierului, ce vine în contact cu pistonul, are o formă geometrică, astfel că planul tangențial al feței sale inferioare, trecînd prin punctul de contact, să fie întotdeauna perpendicular pe axul pistonului. Partea verticală a levierului este formată dintr-o tijă subțire, metalică, terminată superior printr-un index mobil înaintea unei scale gradate (fig. 87).

O depresiune a corneei de 0,05 mm corespunde astfel la o deplasare de 1 mm ($0,05 \times 20 = 1$). Scala este gradată de la 1 la 20. Cea mai mică numerotare corespunde celei mai mici depresiuni. Ansamblul piston+levier+index cîntărește 5,5 g. Prin greutateți adiționale, greutatea se poate crește la 7,5; 10; 15 g. Restul aparatului conține piciorul, care ia contact cu corneea și în centrul căruia se găsește un orificiu prin care alunecă pistonul. Cum piciorul are o rază de

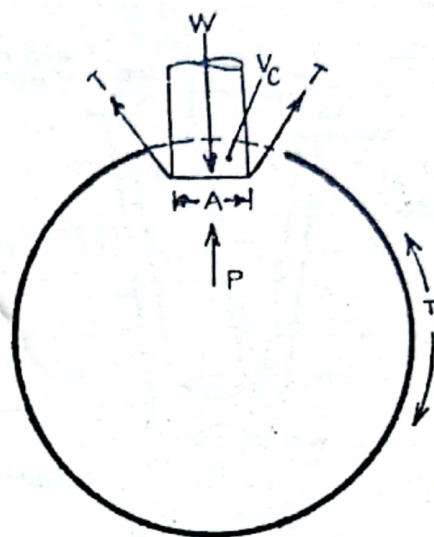


Fig. 86.

Comportarea peretelui ocular la aplicarea tonometrului Schiötz (Olmsted, 1959). P — presiunea oculară ce echilibrează greutatea tonometrului; T — tensiunea parietală; V_c — volumul de umoare apoasă deplasată; A — suprafața indentată.

curbură de 15 mm, iar corneea de 7,8 mm, piciorul, care este mai plat în contact cu corneea, tinde a o aplatina.

Restul aparatului constă dintr-un suport mobil în formă de U și servește de priză a aparatului.

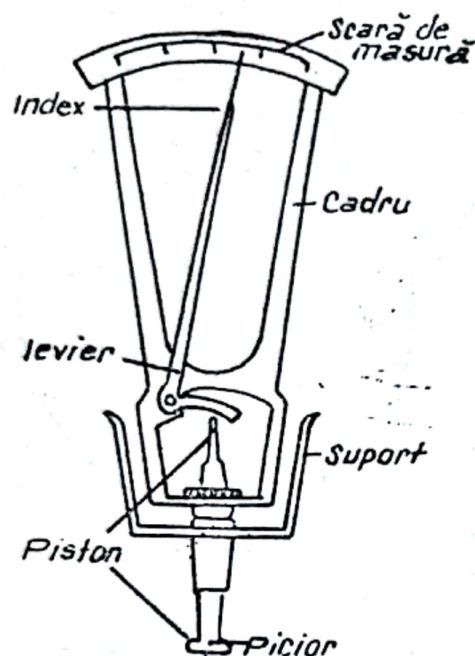


Fig. 87.
Tonometrul Schiötz.

Tonometrul se compune deci din două părți :

— sistemul de indentație format din piston, levier, index și greutate adiționale ce cîntăresc 5,5—7,5—10—15 g. Rolul acestui sistem este de a indenta corneea ;

— partea fixă formată din picior + teaca pistonului + suportul scalei. Rolul acestei părți este de a aplatina numai parțial corneea. Astfel, pentru o presiune oculară de 20 mm Hg, fiecare milimetru pătrat al corneei poate suporta o greutate de 0,27 g, deci 2 mm Hg/1 mm², fără ca corneea să fie deformată. Pentru o presi-

une oculară de 20 mm Hg, un echilibru între forța deformatantă a piciorului și forțele oculare care se opun se produce atunci cînd trei pătrimi din piciorul aparatului este în contact cu corneea.

Tehnică. Ținînd aparatul în poziție verticală, se aplică pe corneea anesteziată de examinat. Subiectul se află culcat ; pleoapele sînt ușor depărtate cu policele și indexul, în timp ce subiectul privește în sus, fixînd un punct pe verticală. Tonometrul este menținut cîteva secunde deasupra corneei, apoi se aplică pe corneea fără ca subiectul să-și dea seama cînd se produce acest contact. Două sau trei secunde sînt suficiente pentru citirea deviației. Se notează atît poziția acului indicator cît și greutatea utilizată : 4(5,5) ; 5(7,5). Pentru a transforma această notație în milimetri de mercur trebuie să cunoaștem valoarea coeficientului de rigiditate oculară și raza de curbură a corneei, care trebuie să fie cît mai aproape de valoarea normală de 7—8 mm. Sterilizarea aparatului se face

prin curățire cu eter după ce s-a curățat cu un tampon cu apă distilată, care solvă sărurile din lacrimi.

Standardizarea aparatului. Tensiunea oculară determinată cu tonometrul Schiötz poate produce unele erori care să ajungă până la ± 3 diviziuni. Orice tonometru trebuie să arate aceeași tensiune, după cum „orice ceas trebuie să arate că ora este alcătuită din 60 minute și fiecare minut din 60 secunde”. La început toate tonometrele proveneau de la o singură casă de fabricație (Oslo) și erau însoțite de un certificat de exactitate semnat de Schiötz. Odată cu generalizarea lor, nu s-au mai respectat datele inițiale. Astfel greutatea sistemului piston+levier+index, aveau la unele tonometre 4,5 g în loc de 5,5 g, iar diametrul pistonului în loc de 3 mm $\pm$ 0,3 mm, aveau la unele 3,9 mm. Acest fapt a determinat ca unele tonometre să arate o tensiune oculară de 40 mm Hg iar altele de 30 mm Hg, existând dezacorduri în determinarea tensiunii de la un oftalmolog la altul. Acest fapt a impus standardizarea tonometrului.

Controlul unui tonometru impune măsurarea unor constante statice ca greutate, diametru, raza de curbura a feței inferioare, raza de curbura a marginii pistonului, greutate adiționale etc. precum și a unor factori dinamici ca frecarea pistonului în cilindru, a cilindrului în suport, determinarea micrometrică a înfundării pistonului, deplasarea corespunzătoare a acului, în total peste 20 repere. În prezent toate tonometrele Schiötz trebuie să fie fabricate după norme precise, fixate prin „Comitetul de Standardizare al Tonometrelor” înființat în 1954. H. Goldmann în Europa și Th. Schmidt în America au creat o serie de instrumente de control. Fiecare aparat trebuie periodic verificat.

MODELE DE TONOMETRE

TONOMETRUL HARRINGTON (1941), se bazează pe principiul tonometrului Schiötz. Deplasarea pistonului este mult amplificată datorită unui mic levier al cărui braț lung vine de se angrenează la o roată, ce amplifică mișcarea indicatorului (fig. 88).

TONOMETRE ELECTRONICE. Tonometrul Mueller, Crescent, Berkeley, Schwarzer sînt variante ale tonometrului



Schiötz. Aici mișcarea pistonului nu este transmisă mecanic, ci electric. Piciorul tonometrului conține o bobină de inducție, iar curentul indus variază cu poziția pistonului. El este amplificat electronic, fapt ce suprimă fricțiunea în domeniul transmisiei. Pentru a se crește precizia lecturii s-a lărgit mult cadranul. În plus se utilizează un înregistrator care permite înscrierea automată.

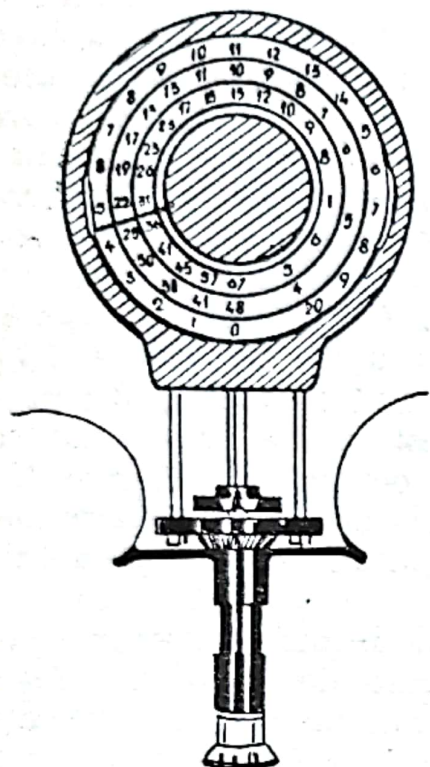


Fig. 88.
Tonometrul Harrington. Fiecare rând de gradații corespunde la o greutate Schiötz.

EVALUAREA MANOMETRICĂ A PRESIUNII

Calibrația tonometrului Schiötz.

Tonometrul Schiötz indică presiunea oculară printr-o cifră, fără a fi evaluată în milimetri de mercur. El determină profunzimea indentației corneene sub greutatea pistonului care este fixă. Fiecare gradație a cadranelui corespunde la o indentație de 0,05 mm. Dar pentru aceeași gradație indentația este cu atât mai profundă cu cât presiunea oculară este mai joasă și cu atât mai slabă, cu cât oftalmotonusul este mai ridicat. De aceea este mai exactă notarea care indică poziția acului și greutatea utilizată, exemplu 5 (7,5). Aceasta nu depinde de nici un tabel de calibrație.

Problema calibrației tonometrului Schiötz constă în a stabili un tabel de conversiune a diferitelor valori de indentație, transformate în presiuni oculare exprimate în milimetri de mercur; deci a face să corespundă pentru fiecare poziție a acului o valoare a tensiunii oculare în mm Hg. Dar presiunea din ochi care suportă un aparat ce cântărește 16,5 g nu poate fi aceeași cu aceea care exista înainte de aplicarea aparatului. Prima este numită presiune tonometrică (Pt), a doua presiune oculară (Po). Penetrarea pistonului în corneă ține numai de Pt, căci rezistența corneeană este

foarte mică. Se poate determina Pt conectând ochiul la un sistem manometric, comparând măsurătorile efectuate pe ochi de cadavru cu determinări manometrice (fig. 89).

Dar rigiditatea pe ochiul de cadavru diferă de la un ochi la altul și de timpul scurs de la deces.

Aplicarea unui tonometru pe ochi determină o dublă depresiune a peretelui ocular: una la nivelul corneei și alta la nivelul polului posterior al globului. Pentru a evita depresiunea posterioară, Friedenwald realizează un dispozitiv experimental, ochiul fiind introdus într-o cuvă închisă, plină cu lichid, (fig. 90).

Pentru a se compensa pierderile de lichid, Friedenwald perfuzează ochiul cu 1 ml ser/minut, la o

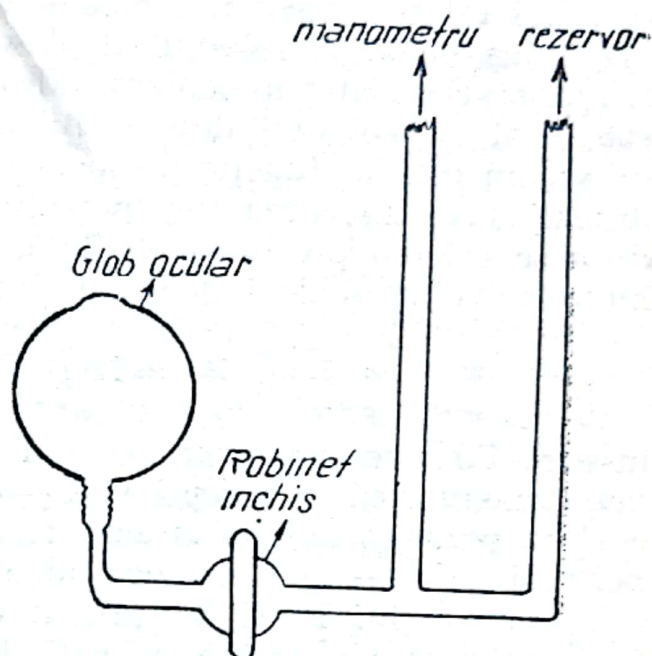


Fig. 89.

Dispozitiv experimental utilizat în determinarea calibrației. Ochiul comunică cu un manometru și un rezervor ce permite să se determine presiunea oculară la aplicarea tonometrului (Friedenwald, 1954).

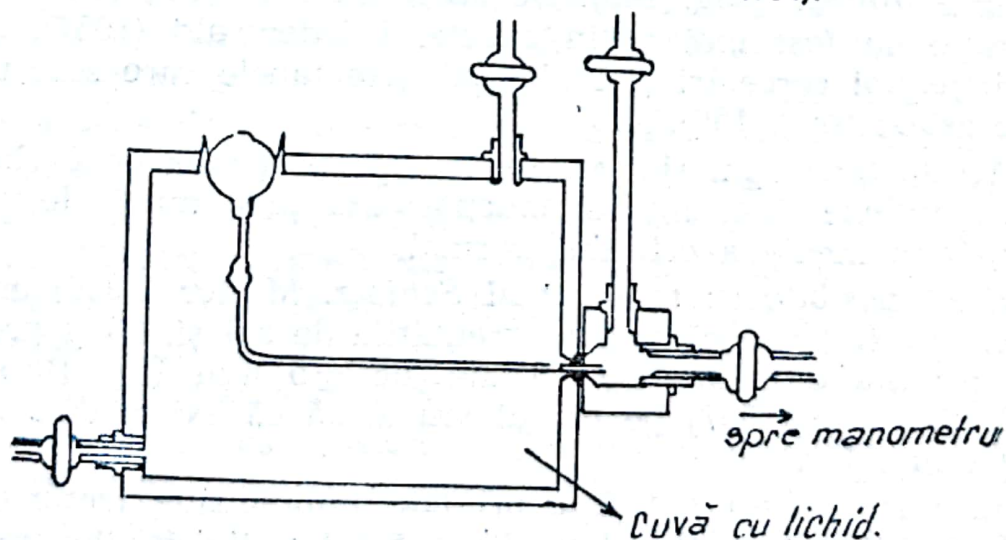


Fig. 90

Dispozitiv experimental pentru a se evita depresiunea de la nivelul polului posterior (Friedenwald, 1954).

presiune de 40 cm apă. Friedenwald arată, prin măsurători pe ochi de cadavru, că rigiditatea oculară se modifică mult și datele apar eronate. Plecând de la date pur empirice, el caută relația care poate exista între presiunea tonometrică, presiunea oculară, volumul deplasat prin greutatea tonometrului și elasticitatea oculară. El arată că volumul deplasat este egal cu volumul depresiunii corneene și că modificarea de volum este în funcție de logaritmul presiunii oculare, modificată prin aplicarea tonometrului. Se arată că este posibil de a se calcula presiunea oculară, cunoscând presiunea tonometrică, volumul de indentație și rigiditatea oculară :

$$\text{Log. } P_o = \text{Log. } P_t - K V_c$$

în care P_o este presiunea oculară de calculat ; P_t — presiunea tonometrică cunoscută ; K — coeficientul de rigiditate oculară rezultat din măsurarea rigidității oculare pe 500 ochi normali ; V_c — volumul de indentație corneană.

Valorile lui P_t și V_c provin din măsurători experimentale realizate pe ochi enucleați. Prin aceste determinări se ajunge la stabilirea unor tabele de calibrare efectuate în 1954 și satisfăcătoare pentru greutatea de 5,5 g, dar inexacte pentru greutatea de 7,5 ; 10 și 15 g. Aceasta deoarece cu cât depresiunea corneană este mai mare, cu atât direcția forțelor tensionale se modifică, devenind verticale și se supraadaugă presiunii interne (pag. 143). De aceea extremitățile curbei de calibrare au fost mai puțin exacte. Friedenwald (1957), întreprinde noi cercetări și realizează alte tabele care sînt utilizate astăzi (pag. 150).

Aceste tabele nu sînt valabile decît dacă raza de curbura a ochiului examinat nu se îndepărtează prea mult de raza de curbura medie a ochiului normal.

Erori posibile cu tonometrul Schiötz. Müller (1930) arată pe ochi de cadavru că pentru greutatea de 5,5 și 7,5 g presiunea oculară este cu o exactitate de ± 5 mm Hg. Blaxter (1956) și Sugar (1957) pe ochiul viu arată că există diferențe de ± 2 mm Hg.

În realitate nu pot fi exprimate impreciziile lecturii în mm Hg căci nu există relație lineară între diviziunile gradăției scalei tonometrice și presiunea oculară. După Frieden-

wald, tonometrul electronic permite o lectură cu o precizie de $\pm 0,25$ diviziuni, superioară tonometrelor mecanice datorită scalei care este mult mai desfășurată. Leydhecker (1958) într-un studiu pe 2424 ochi umani găsește în 75% din cazuri că două măsurători succesive sînt concordante. El notează o diferență de 0,5 diviziuni în 21,4%, cazuri, de o diviziune în 3,4% cazuri și mai mult de o diviziune în 0,2% cazuri. Deci în 96,4% din cazuri, lectura se face cu aproximație de $\pm 0,50$ diviziuni și numai în 3,6% din cazuri de ± 1 diviziuni.

Pentru clinicieni trebuie de reținut că erorile cele mai importante, nu țin de calibrare ci de aplicarea tonometrului pe ochi. Comitetul de Standardizare al Tonometrelor recomandă de a nu se face o lectură inferioară unei deviații de 3,5, pentru a se evita erori, datorită unei distorsiuni a corneei între piciorul tonometrului și piston. Deci după o scurtă aplicare a aparatului pe ochi, dacă se înregistrează 2,5 (5,5), se retrage imediat aparatul, se așteaptă 20 secunde, timp în care bolnavul stă cu ochii închiși, apoi se reface o nouă aplicare a tonometrului cu greutatea de 7,5 g.

Rigiditatea oculară. Tonometria diferențială. Orice deviație a formei sferice a unui corp se însoțește de o modificare de volum și de o schimbare a tensiunii parietale atunci cînd peretele său este extensibil. Aplicînd tonometrul pe ochi se provoacă o indentație corneană. Această indentație produce o deplasare de lichid. Deplasarea de lichid în timpul cîtorva secunde cît durează tonometria este foarte mică. Dar deplasarea aceasta de lichid provoacă o distensie a sclerotice și o creștere a tonusului ocular. Cu cît rigiditatea învelișului ocular este mai mare, cu atît va fi mai mare creșterea presiunii oculare. Măsurînd presiunea oculară cu două greutăți diferite, se obțin două presiuni diferite. Cu cît va fi mai mare diferența între cele două presiuni tonometrice, cu atît va fi mai mare rigiditatea oculară.

Pentru a putea măsura coeficientul de rigiditate al unui ochi dispunem de două metode de tonometrie diferențială:

— metoda lui Friedenwald, care întrebuintează pe rînd două greutăți ale tonometrului Schiötz;

— metoda lui Goldmann și Schmidt care comportă o măsurare făcută cu aplanotonometrul, urmată de o măsurare cu tonometrul Schiötz.

Tabel VI

Tabel de calibrare pentru tonometrul Schiötz
Presiunea oculară în mm Hg (Friedenwald, 1957).

Deviație	5,5 g	7,5 g	10 g	15 g
0,00	41,4	59,1	81,6	127,4
0,25	39,6	56,7	78,4	122,7
0,50	37,8	54,2	75,1	117,9
0,75	36,1	52,0	72,2	113,6
1,00	34,5	49,8	69,3	109,3
1,25	33,1	47,8	66,6	105,4
1,50	31,6	45,8	64,0	101,4
1,75	30,3	43,9	61,5	97,9
2,00	29,0	42,1	59,1	94,3
2,25	27,8	40,5	56,9	91,2
2,50	26,6	38,8	54,6	88,0
2,75	25,5	37,3	52,6	84,9
3,00	24,3	35,8	50,6	81,8
3,25	23,4	34,4	48,7	79,0
3,50	22,4	33,0	46,9	76,2
3,75	21,5	31,7	45,1	73,6
4,00	20,5	30,4	43,4	71,0
4,25	19,7	29,2	41,8	68,6
4,50	18,9	28,0	40,2	66,2
4,75	18,1	26,9	38,7	64,0
5,00	17,3	25,8	37,2	61,7
5,25	16,6	24,8	35,8	59,9
5,50	15,9	23,8	34,4	58,0
5,75	15,2	22,8	33,1	55,8
6,00	14,6	21,9	31,8	53,6
6,25	14,0	21,0	30,6	51,8
6,50	13,4	20,0	29,4	49,9
6,75	12,8	19,3	28,3	48,2
7,00	12,2	18,5	27,2	46,5
7,25	11,7	17,8	26,1	44,8
7,50	11,2	17,0	25,1	43,2
7,75	10,7	16,3	24,1	41,7
8,00	10,2	15,6	23,1	40,2
8,25	9,8	15,0	22,2	39,2
8,50	9,4	14,3	21,3	38,1
8,75	9,0	13,7	20,4	36,4
9,00	8,5	13,1	19,5	34,6
9,25	8,2	12,5	18,7	33,3
9,50	7,8	12,0	18,0	32,0

Continuare tabel VI

Deviație	5,5 g	7,5 g	10 g	15 g
9,75	7,4	11,5	17,2	30,8
10,00	7,1	10,9	16,5	29,6
10,25	6,8	10,5	15,8	28,5
10,50	6,5	10,0	15,1	27,4
10,75	6,2	9,5	14,5	26,3
11,00	5,9	9,1	13,8	25,3
11,25	5,6	8,7	13,2	24,3
11,50	5,3	8,3	12,6	23,3
11,75	5,1	7,9	12,1	22,3
12,00	4,9	7,5	11,5	21,4
12,25	4,6	7,2	11,0	20,6
12,50	4,4	6,8	10,5	19,7
12,75	4,2	6,5	10,0	18,9
13,00	4,0	6,2	9,5	18,0
13,25		5,9	9,1	17,3
13,50		5,6	8,6	16,5
13,75		5,3	8,2	15,8
14,00		5,0	7,8	15,1
14,25		4,8	7,4	14,4
14,50		4,5	7,1	13,7
14,75		4,3	6,7	13,1
15,00		4,1	6,4	12,6
15,25			6,1	12,0
15,50			5,8	11,4
15,75			5,5	10,9
16,00			5,2	10,4
16,25			4,9	9,9
16,50			4,7	9,4
16,75			4,4	9,0
17,00			4,2	8,5
17,25				8,1
17,50				7,7
17,75				7,3
18,00				6,9
18,25				6,6
18,50				6,2
18,75				5,9
19,00				5,6
19,25				5,2
19,50				4,9
19,75				4,7
20,00				4,4

Tonometria diferențială după Friedenwald. Friedenwald (1955) utilizează greutatea de 5,5 și 10 g. Cu greutatea de 5,5 g obține ecuația :

$$\text{Log. } \frac{Pt \ 5,5}{Po} = K V \ 5,5$$

iar cu greutatea de 10 g :

$$\text{Log. } \frac{Pt \ 10}{Po} = K V \ 10$$

Sustrăgind prima ecuație din a doua Po se elimină :

$$\text{Log. } \frac{Pt \ 10}{Pt \ 5,5} = K(V \ 10 - V \ 5,5)$$

de unde :

$$K = \frac{\text{Log. } Pt \ 10 - Pt \ 5,5}{V \ 10 - V \ 5,5} \text{ sau } K = \frac{\text{Log. } Pt_2 - \text{Log } Pt_1}{V_2 - V_1}$$

Practic, cu un tonometru perfect standardizat, ne servim de greutatea 5,5 și 10 g sau mai bine de greutatea distanțate 5,5 și 15 g. În cazul unor hipertensiuni oculare ne putem servi de greutatea mai mari de 7,5 și 15 g. Măsurarea rigidității oculare este lipsită de precizie dacă ne bazăm numai pe o pereche de măsurători. Ideal ar fi dacă am putea efectua o pereche de măsurători pe zi timp de 5—6 zile, dar în practică acest lucru este greu. Se calculează media aritmetică a trei valori de deviație, obținute cu greutatea de 5,5, apoi media aritmetică a trei valori obținute cu greutatea 10. Friedenwald a construit o nomogramă care are pe abscisă notată valoarea aritmetică a volumului deplasat (Vc) iar pe

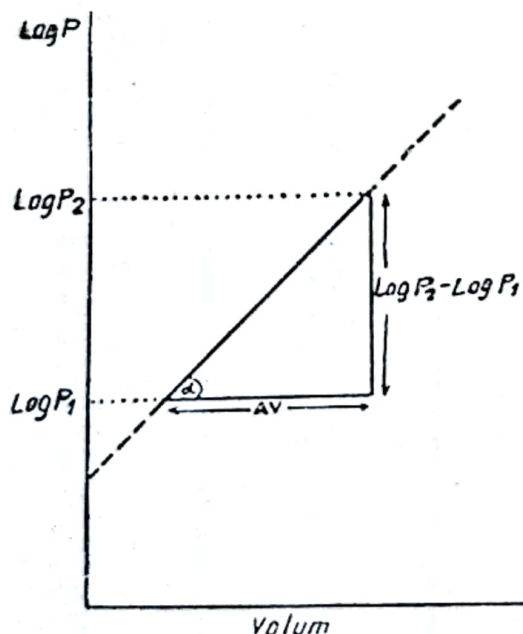


Fig. 91.
Principiul tonometriei diferențiale Friedenwald.

ordonată valoarea logaritmică a presiunii tonometrice (Pt). În interiorul acestei nomograme se găsesc curbe reprezentând deviații ale indexului tonometric pentru diferite greu-

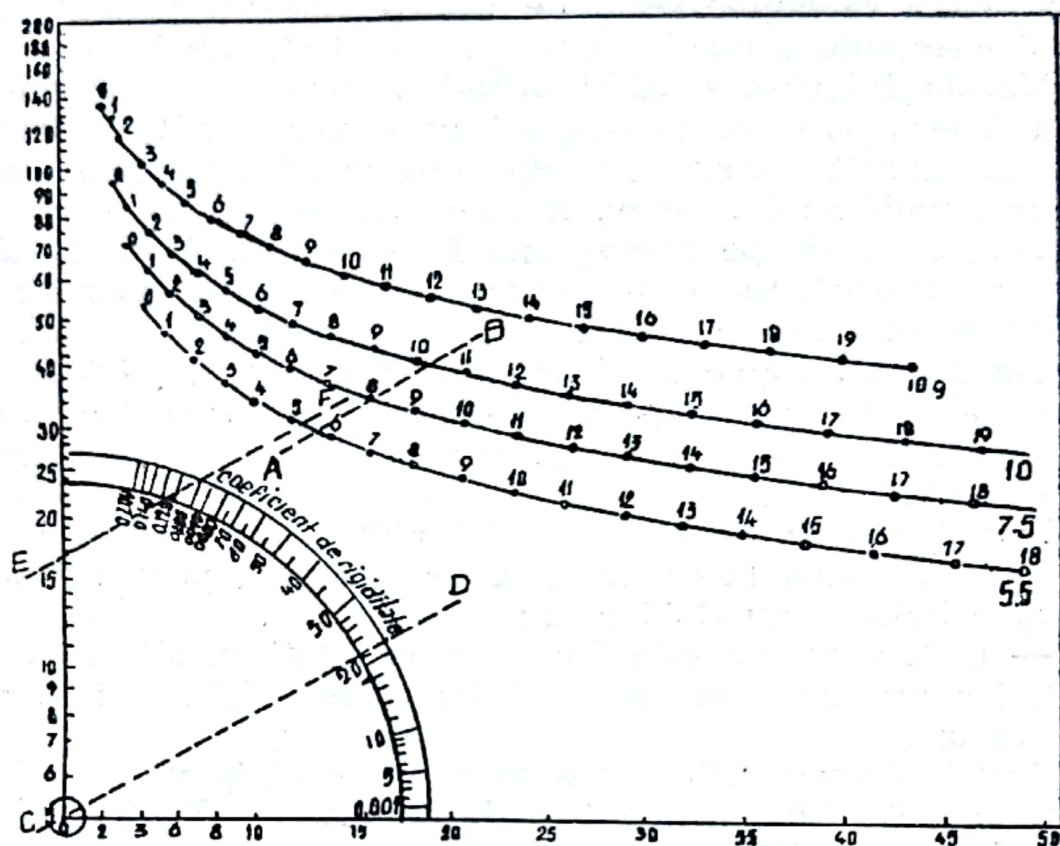


Fig. 92.
Nomograma Friedenwald.

tăți (fig. 92). Se notează prima valoare medie a greutateii pe curba de 5,5 g și a doua pe curba de 10 g a nomogramei. Linia oblică AB astfel obținută este deplasată paralel cu ea însăși cu ajutorul unui echer și a unei rigle plate pînă ce ea trece în CD, prin intersecția ordonatei cu abscisa. Rigiditatea oculară este atunci citită pe arcu de cerc, situat în colțul inferior stîng al nomogramei. Pentru a se afla presiunea oculară, urcăm echerul de-a lungul riglei pînă ce întîlnește pe curba de 5,5 valoarea deviației obținute cu prima măsurătoare. Se obține linia EF. Cifra pe ordonată este aceea a presiunii oculare corijată prin factorul de rigiditate.

Tabelele de calibrare ale lui Friedenwald sînt calculate pentru o rigiditate medie de 0,0215. Rigiditatea inferioară lui

0,0215 suferă prin eroare în minus, rigiditatea superioară prin eroare în plus. De aceea se recomandă a se efectua măsurători multiple și a se reține media a 3—4 lecturi. Este posibil de a se obține rezultate mai precise utilizând tonometrul electronic a cărui scală este mai desfășurată.

Metoda lui Goldmann și Schmidt, constă în a practica prima determinare cu tonometrul prin aplanatie Goldmann. Contactul greutății aici nu modifică volumul camerei anterioare mai mult de $0,56 \text{ mm}^3$. Aceasta determină valoarea lui Pt_1 care se înscrie pe nomograma Friedenwald. A doua măsurătoare este efectuată cu greutatea de 10 g cu tonometrul Schiötz și dă valoarea lui Pt_2 . Reunind cele două puncte printr-o dreaptă obținem valoarea coeficientului de rigiditate. Cum cele două puncte înscrise pe nomogramă sînt depărtate unul de altul, eroarea este mai mică decît prin primul procedeu (fig. 93).

Dar și metoda Goldmann și Schmidt nu este exactă :

— nomograma Friedenwald a fost stabilită pentru tonometrul Schiötz și nu Goldmann ;

— o determinare este făcută în ortostatism, alta în decubit, iar presiunea venoasă episclerală este diferită în cele două cazuri.

Astfel, Armaly (1960) găsește o diferență în plus în decubit de $2,63 \pm 1,6 \text{ mm Hg}$ față de ortostatism. Pentru diferența de poziție Drance corijează prima tonometrie cu $+1 \text{ mm Hg}$. Mai precis se recomandă ca ambele determinări să fie efectuate în decubit utilizînd tonometrul cu aplanatie Draeger, sau tonometrul electronic Mackay Marg.

Indiferent de metoda utilizată rigiditatea oculară cu tonometrie diferențială diferă la rîndul ei de metoda directă prin injectare de lichid datorită faptului că :

— Friedenwald nu a ținut cont decît de deformarea segmentului anterior și nu de deformarea totală a globului ;

— rigiditatea oculară diferă în funcție de proprietatea visco-elastică a peretelui globului, fapt care face să se evite termenul de rigiditate sclerală ;

— rigiditatea oculară variază în funcție de presiune.

Toate acestea au determinat pe Mc. Ewen (1966) să afirme că „măsurarea rigidității oculare rămîne incertă“.

Rigiditatea ochiului uman normal. Prin metoda Friedenwald $K = 0,0215$ cu variații extreme de la 0,0060 la 0,0370

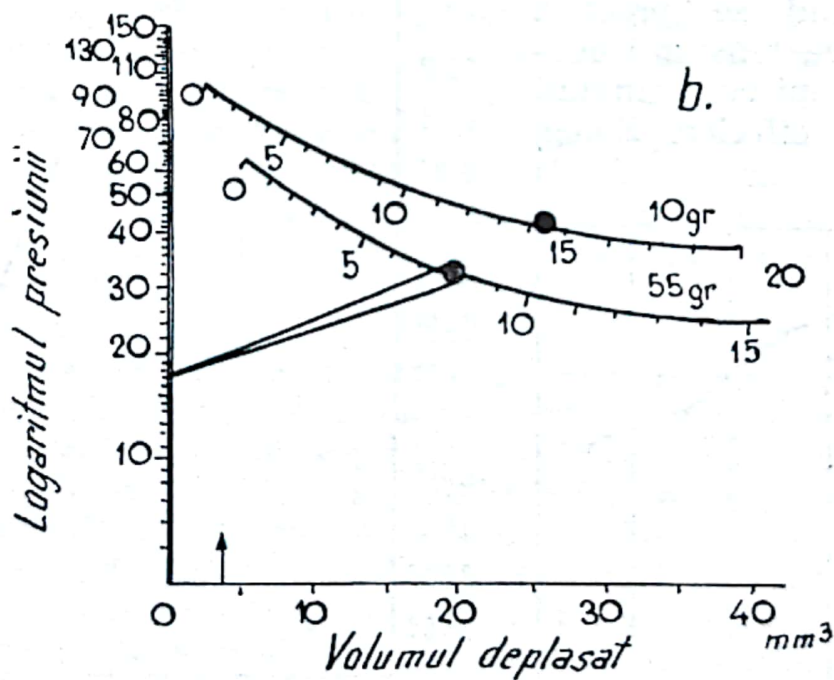
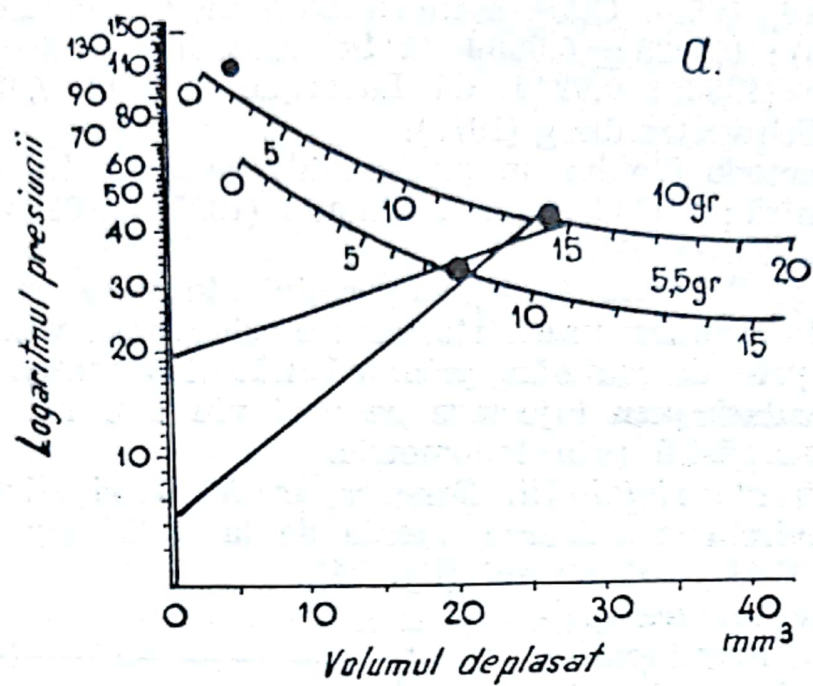


Fig. 93.

Rigiditatea oculară prin metoda Friedenwald (a) și Goldmann-Schmidt (b).
Eroarea rigidității este minimă prin a doua metodă față de prima.

(Friedenwald, 1954). Cifre asemănătoare de 0,0216 dă Kageyama (1956); $0,0225 \pm 0,0089$ dă Schmidt (1956); 0,0240 dă Leydhecker (1959); 0,0246 dă Lavergne (1957); 0,0236 dă Vancea și Schwartzberg (1973).

Prin metoda Goldmann și Schmidt valoarea lui K este ceva mai mică: 0,0203 după Goldmann (1955); $0,0205 \pm 0,003$ pentru Schmidt (1956).

Prijot și Weekers (1960) determină în vivo rigiditatea oculară prin tehnica injectării directe și găsesc valori mai mici decât prin determinări prin măsurători tonometrice. Rigiditatea oculară prin injectare pe ochi viu este numai 67% din valoarea găsită prin tonometrie.

Variații ale rigidității. Draeger arată că rigiditatea diminuează cu vârsta și valoarea medie de la 0,025 sub 20 ani scade la 0,0183 după 60 ani (fig. 94).

Coeficientul de rigiditate scade în miopie cu atât mai mult cu cât miopia este mai ridicată, de unde erori în minus atunci când se practică examinarea tensiunii oculare la miopi cu o singură lectură a cifrelor. Zolog,

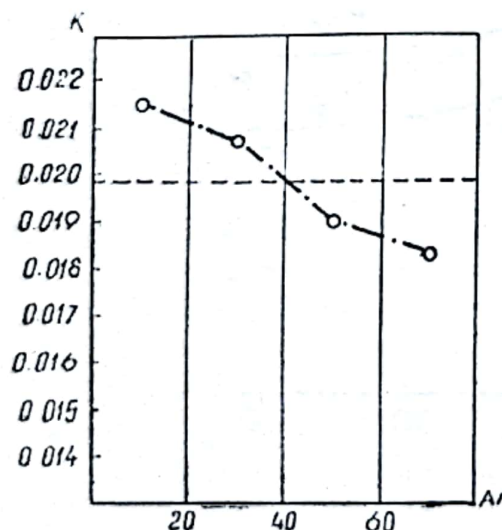


Fig. 94.
Variații ale rigidității oculare cu vârsta (Draeger).

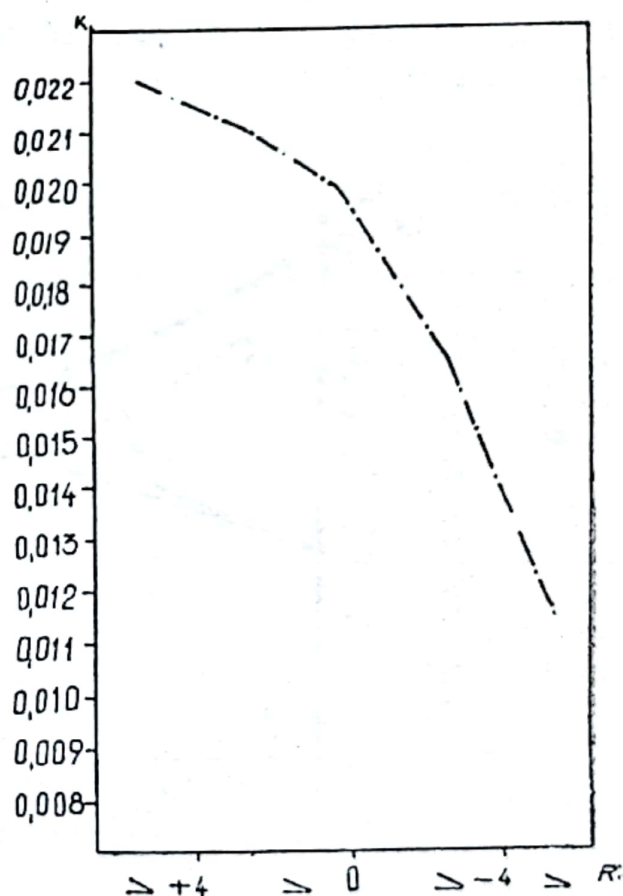


Fig. 95.
Variații ale rigidității oculare în funcție de refracție (Draeger).

Chercotă, Koos (1969) arată o scădere a rigidității oculare în miopia forte în 82,2% din cazuri.

Curbura corneei

Tonometrul Schiötz permite de a cunoaște presiunea oculară prin utilizarea ecuației Friedenwald dar volumul de presiunii tonometrice este în funcție de curbura corneei. Tabelele de calibrare dau valoarea lui P_0 atunci cînd raza de curbura a corneei are o valoare medie de 7,8 mm. Dar în cazurile de curbura mai mare sau mai mică aceste tabele nu mai pot fi utilizate, așa cum se întîmplă în buftalmie și microftalmie.

Dacă corneea are o rază de curbura mai mică decît raza normală găsim o rigiditate aparent crescută. Dacă raza de curbura este mai mare, rigiditatea va fi aparent scăzută. Presiunea oculară determinată cu tonometrul Schiötz devine dificilă pentru aceeași deviație a indexului, deoarece volumul umoarei apoase deplasate este cu atît mai mare cu cît raza de curbura este mai mică. Admitînd astfel că rigiditatea oculară are o valoare normală de 0,0215, pentru aceeași deviație a indexului tonometrului Schiötz (exemplu 5/7,5), presiunea oculară va fi de 8,8 mm Hg dacă raza de curbura este de 4,5 mm, de 23,8 mm Hg dacă raza de curbura va fi de 7,8 mm și de 35,2 mm Hg dacă raza de curbura va fi de 15,5 mm (Schmidt).

Acțiunea volumului de fluid deplasat care pune în joc rigiditatea oculară, este diferit în funcție de volumul total al globului. Dacă globul este microftalm, volumul deplasat este proporțional mai important decît dacă este buftalm.

Friedenwald (1954) a stabilit tabelele care dau valoarea diferențiată în funcție de raza de curbura a corneei, valori care se scad sau se adaugă la aceea dată pentru volumul de depresiune corneeană prin aplicarea tonometrului (V_c), la o rază de curbura medie. La fel s-au alcătuit tabele și pentru microftalmie și buftalmie. Dar în aceste cazuri se recomandă de a se renunța deliberat la tonometrul Schiötz, în favoarea tonometrului cu aplanare, care dă un rezultat exact la acești bolnavi.

TONOMETRUL PRIN APLANAȚIE

Este posibil de a se determina presiunea oculară fără a provoca nici o indentație, măsurind forța necesară pentru a aplană o suprafață corneeană cunoscută. Când suprafața corneeană aplanată este mică, volumul lichidului deplasat în interiorul globului este mic. Elasticitatea învelișului ocular este puțin solicitată și variațiile individuale ale rigidității oculare pot fi neglijate. Acesta este marele avantaj al tonometrului cu aplanatie față de tonometrul prin indentație. Dacă se realizează o simplă aplanatie și nu o depresiune, forțele parietale au o direcție orizontală și se anulează reciproc (fig. 96). Vo-

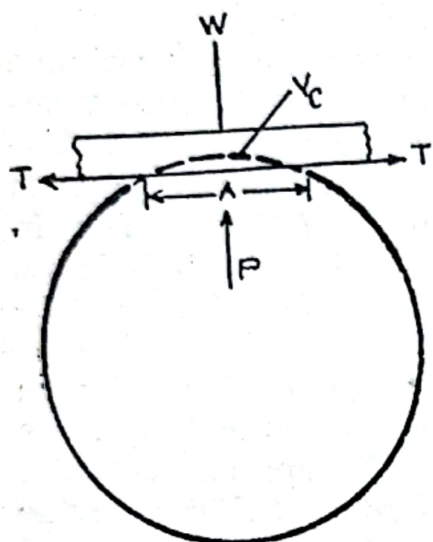


Fig. 96.

Comportarea globului ocular în cursul aplanatiei (Olmsted, 1959).

lumul umoarei apoase deplasate (V_c) este neglijabil. Presiunea externă (W) echilibrează exact presiunea internă (P). Acesta este cazul ideal în care peretele ocular este supus unei forțe mai mici, fără a mai interveni rigiditatea. Volumul deplasat aici este mult redus și nici rigiditatea parietală, nici curbura corneei nu mai influențează tensiunea. Vom măsura presiunea tonometrică (P_t) dar aceasta se va îndepărta de presiunea reală (P_o) foarte puțin, cu cât volumul deplasat va fi mai redus. Presiunea internă este egală cu presiunea externă prin aria aplanată (Fick, 1888):

$$P_o \approx P_t = \frac{W}{A}$$

în care W este greutatea aparatului, iar A suprafața aplanată. Valoarea lui P_t nu trebuie determinată experimental ci prin calcul, experiențele aici nu au decât un rol secundar. Trebuie să cunoaștem volumul deplasat pentru a aprecia diferențele între P_t și P_o . Dar volumul umoarei apoase ce a fost deplasată este neglijabil ($0,56 \text{ mm}^3$), fapt care permite de a considera presiunea tonometrică identică cu presiunea oculară. În formula matematică, care dă valoarea lui P_o :

$$\log. P_o = \log. P_t - K V_c$$

factorii K și V fiind neglijabili $P_o \approx P_t$. Tonometrul lui Goldmann permite de a trece imediat de la forța aplicată în grame, la milimetri Hg, căci pentru această suprafață, la o forță de 1 g corespunde o presiune de 10 mm Hg.

Plecînd de la acest principiu putem determina presiunea oculară prin două feluri de aparate :

— cele ce utilizează o presiune constantă și măsoară întinderea suprafeței aplanate (Maklakoff, 1885);

— cele care utilizează o suprafață constantă și măsoară presiunea necesară pentru a o aplană (Fick, 1888; Lifschitz, 1904).

Dar, pînă în 1954, cu toate eforturile depuse, întrebuințarea tonometrelor prin aplanatie nu a intrat în practica curentă. În 1954 Goldmann a pus la punct un tonometru prin aplanatie, care măsoară presiunea necesară pentru a aplană o suprafață constantă a corneei. El a realizat un dispozitiv optic ce permite determinarea suprafeței corneene aplanate.

TONOMETRUL PRIN APLANAȚIE MAKLAKOFF

Primul tonometru prin aplanatie a fost descris în 1885 de către Maklakoff. Greutatea tonometrului fiind cunoscută, trebuie determinată suprafața aplanată pentru a cunoaște tensiunea oculară.

Aparatul se compune dintr-un cilindru metalic cu capetele ceva mai groase, cu extremitățile plate. La extremități sînt două plăci de sticlă mată cu diametrul de 1 cm, umectate cu un colorant (Bismark-Braun, albastru de metilen). Se fac măsurători cu greutatea de 5,5 ; 7,5 ; 10 și 15 g. După determinare tonometrul se aplică pe o hîrtie umedă și apare o amprentă rotundă, avînd în centru o suprafață concentrică albă, necolorată, care corespunde zonei corneene aplanate.

Cercul alb reprezintă tonograma ochiului. Cu ajutorul unei rigle gradate se determină diametrul ariei aplanate. Se

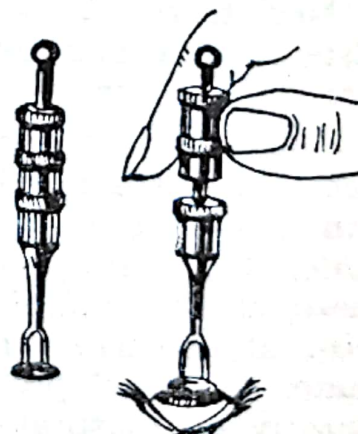


Fig. 97.
Tonometrul Maklakoff.

iau în considerare amprentele la care diferența între două măsurători cu aceeași greutate nu este mai mare de 0,2 mm. Cu ajutorul unui tabel anexă citim tensiunea intraoculară în mm Hg. Cu greutatea de 5 g suprafața aplanată are diametrul de 5—6 mm pentru o presiune cuprinsă între 13—20 mm. Tensiunea oculară nu este influențată aici de tensiunea superficială a lacrimilor, de deformarea corneii și nici de rigiditatea parietală a globului. Eroarea este de numai ± 1 mm Hg datorită forțelor parazitare, care nu sînt complet eliminate. Dificultatea constă în măsurarea corectă a diametrului suprafeței aplanate.

Pe același principiu sînt construite astăzi tonometrele Posner și Inglima precum și tonometrul Halberg.

TONOMETRUL GOLDMANN

Aici suprafața aplanată este constantă, iar forța de apăsare este variabilă. Suprafața aplanată are un diametru de 3,05 mm și este astfel aleasă încît să deplaseze un minimum de lichid din interiorul ochiului, de 0,56 mm³. Se ignorează astfel valoarea rigidității sclerale și forța visco-elastică a peretilor. Diametrul este astfel ales, pentru a anula forțele elastice de deformare a corneii și tensiunea superficială a lacrimilor, forțe de sens contrar ce acționează peste 3 mm. Modificările de presiune endoculară, produse de aparat, sînt mai slabe de 0,5 mm Hg. Acest tonometru este construit pe o bază teoretică foarte solidă și cu un etalonaj foarte bun. Este ușor de standardizat și se utilizează astăzi pentru etalonarea celorlalte tonometre.

Aparatul cuprinde un dispozitiv de aplanare și o balanță de torsiune. Dispozitivul de aplanare este constituit dintr-un presor din material plastic a cărui extremitate anterioară rotundă este o suprafață cu diametrul de 7 mm, destinat contactului cu corneea. Axul presorului coincide cu acel al ocularului care permite observarea suprafeței aplanate. Interiorul presorului este transparent și conține un dispozitiv de măsurat format din două prisme cu baze opuse, așezate în așa fel încît jumătățile inferioare și superioare ale imaginilor să fie deplasate în direcție opusă. Presorul este

purtat pe un balansor terminat într-un inel, în care el se angajează. Inelul are două repere: unul alb și altul roșu. Atunci când este la zero, gradația butonului este în fața reperului alb, baza prismelor este verticală, imaginea împărțită în două orizontal. Reperul roșu este plasat la 43° de alb în caz de astigmatism.

Brațul mobil posedă o mișcare antero-posterioară și posibilitatea de rotație, ce permite punerea presorului alături în caz de neîntrebuințare.

Forța de aplanare, transmisă presorului prin brațul mobil, provine de la o balanță de torsiune, comportînd un buton lateral solidar cu un tambur gradat. Rotația butonului modifică lungimea resortului balanței, în timp ce gradațiile tamburului indică în grame presiunea exercitată.

Diametrul suprafeței aplanate este astfel calculat, încît o presiune de 1 g să echivaleze o presiune oculară de 10 mm Hg. Multiplicînd cu 10 notațiile de pe tambur, avem presiunea oculară în milimetri Hg fără nici un tabel de transformare.

Modul de întrebuințare. Subiectul, a cărui corneă se anesteziază cu un anestezic ce respectă integritatea epiteliului cornean, este așezat la biomicroscop. Timp de cîteva minute așezăm în fundul de sac conjunctival inferioară extremitatea unei hîrtii impregnată cu fluoresceină 5%; indicăm bolnavului de a clipi de mai multe ori pentru a repartiza uniform colorantul. Se deschide fanta luminoasă la maximum și se interpune un filtru albastru. Presorul este apropiat lent de corneă, apoi este pus în contact cu corneea pînă ce se obține în ocularul microscopului imaginea a două semicercuri mici și îndepărtate, fapt care arată că presiunea aplicată este slabă (fig. 98-A). Presiunea pe corneă este crescută progresiv. Atunci când presiunea exercitată egalează presiunea ocu-

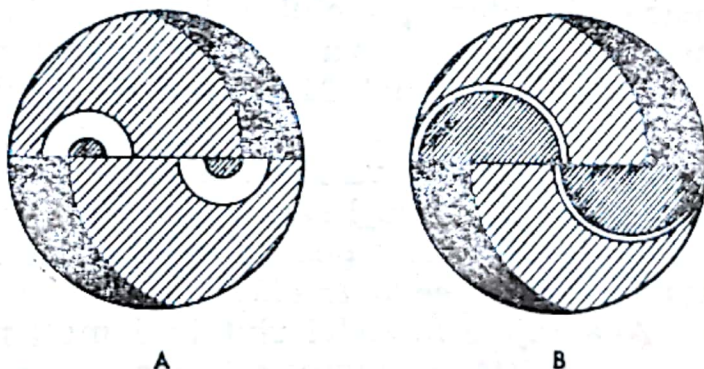


Fig. 98.
Măsurarea tensiunii oculare cu tonometrul Goldmann.

lară. semicercurile se află în contact prin partea lor internă, realizând aspectul unui S culcat (fig. 98-B). O observație atentă arată prezența oscilațiilor corespunzătoare pulsațiilor cardiace. Presiunea crește cu fiecare sistolă și diminuează cu diastola, fapt care face ca semicercurile să se miște. În diastolă suprafața lor diminuează, în sistolă crește. Atunci când pulsațiile sînt de amplitudine mare, se alege ca presiune oculară aceea pentru care semicercurile oscilează egal de o parte și de alta a liniei de contact.

Erorile posibile sînt mici :

— pleoapele nu trebuie să atingă greutatea, altfel riscăm să se producă erori prin exces ;

— este dificil de măsurat tensiunea la enoftalmi cu deschidere palpebrală mică ;

— concentrația necorespunzătoare a fluoresceinei poate da valori inexacte. Dacă concentrația este mai mare, nu apare fluorescența. Dacă semicercurile sînt palide, se adaugă colorant. Lărgirea inelului de fluorescență poate da erori prin exces. Se va aspira în acest caz excesul de fluoresceină ;

— prima măsurătoare dă valori mai ridicate la emotivi și anxioși ; atunci când pacientul devine calm, valorile revin la normal ;

— nu se lasă mai mult de 30 secunde tonometrul în contact cu corneea, deoarece la o apăsare mai îndelungată se constată o scădere aparentă a presiunii. Aceasta datorită unei deformări neelastice a corneei, când suprafața anterioară are o aplanare mai mare decît cea posterioară ;

— influența lacrimilor : dacă subiectul prezintă o lăcrimare abundentă, inelul colorat devine prea larg. Forța de atracție pe prismă va fi diminuată prin reducerea concavității meniscului lacrimal. Maximum de eroare poate fi de 0,2 g ;

— în caz de astigmatism, suprafața aplanată este o elipsă și nu un cerc. Se va măsura presiunea în cele două meridiane principale și se va lua o valoare medie ;

— aparatul nu poate fi utilizat decît în ortostatism și presupune o corneă normală.

Avantajele metodei sînt însă mult mai mari :

— există o mare precizie în măsurarea tensiunii de $\pm 0,50$ mm Hg ;

— nu este nevoie de tabele de calibrație ;

— aparatul nu are nevoie de revizie ;

- nu are efect de masaj ;
- nu intervine rigiditatea sclerală și nici raza de curbură a corneei, deci se poate utiliza și în microftalmie și buftalmie ;
- examinarea se face în poziție șezândă și poate fi utilizată ca metodă de rutină ;
- combinarea cu tonometria Schiötz permite măsurarea rigidității oculare cu o precizie mult mai mare.

TONOMETRUL ELECTRONIC MACKAY-MARG

A fost creat în 1959 pe același principiu fizic ca și aplano-tonometrul Goldmann. Este un tonometru electronic ce permite măsurarea tensiunii oculare într-un timp foarte scurt de 1/25 secunde.

Tonometrul Mackay-Marg măsoară prin intermediul unui transcriptor electronic presiunea în centrul ariei aplanate. Rezistența proprie a corneei este compensată prin inelul tonometrului și tensiunea superficială a lacrimilor se exercită la periferia inelului și nu acționează asupra sondei centrale (fig. 99).

Cu acest tonometru corneea intră în contact numai cu o suprafață inelară rotundă printr-o mică sondă al cărui rol este de a echilibra presiunea oculară. Sonda are un diametru de 1,5 mm și proiemină cu 5 microni față de inel. Mișcările pistonului, mai mici de 1 micron, sînt transformate linear și înregistrate electronic. Atunci cînd tonometrul nu este în contact cu corneea, înregistratorul înscrie o linie de bază care servește de

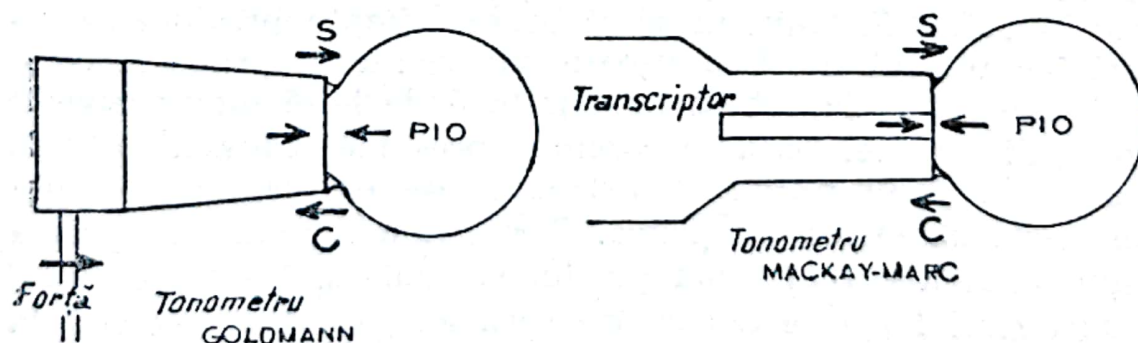


Fig. 99.

Comparare între acțiunea tonometrului Goldmann și Mackay-Marg.

referință ulterioară pentru calculul tensiunii oculare (fig. 100). Atunci cînd vîrfurile corneei intră în contact cu sonda tonometrică întreaga forță a rezistenței corneei și presiunea endoculară

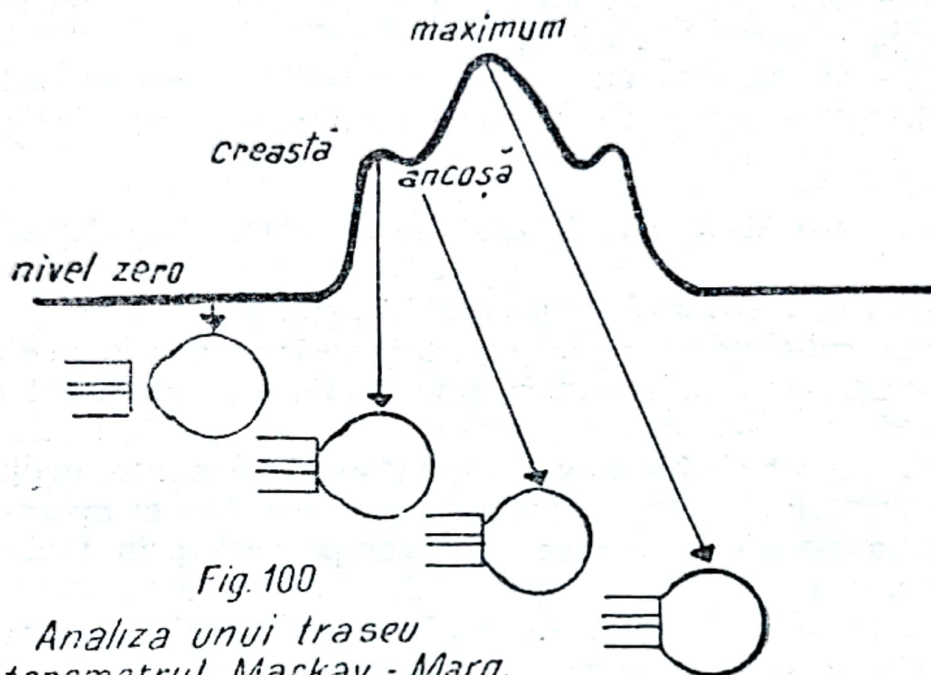


Fig. 100
Analiza unui traseu
cu tonometrul Mackay - Marg.

Fig. 100.
Analiza unui traseu cu tonometrul Mackay-Marg.

acționează asupra pistonului central. Curba se ridică brusc de la linia de bază pînă la prima creastă. Apoi, cum aplanarea corneeană continuă, rezistența corneei este compensată de piciorul tonometrului. Pistonul măsoară atunci simplu presiunea oculară iar traseul arată o ușoară cădere: este prima ancoșă. Înălțimea sa în raport cu linia inițială de bază indică nivelul presiunii oculare. Dacă se continuă presiunea pe ochi pînă la maximum și se retrage tonometrul, apare o a doua ancoșă care este simetrică cu prima. Depresiunea notată în partea ascendentă a curbei arată presiunea oculară. Ea se produce, atunci cînd forța de deformare corneeană, care se exercită la început asupra pistonului central, se transmite la inelul înconjurător. Tonometria este simplă, putînd fi repetată iar rezultatul înscris poate fi examinat ulterior.

Avantajele metodei sînt :

— tensiunea nu este influențată de : rigiditatea oculară, efectul visco-elastic al deformării corneei, astigmatism, tensiunea superficială a lacrimilor, mărimea corneei, efectul de masaj al globului ;

— lectura se face foarte rapid și poate fi aplicată și la copil ;

— poate fi utilizată pe ochi de animale și în experiențe de laborator ;

— înregistrarea se poate păstra și citi ulterior ;

— se pot face înregistrări multiple (în sistolă, diastolă) ;

— tonometrul se manipulează ușor și poate fi încredințat tehnicienilor.

Toate aplanotonometrele sînt calibrate pe baza unei legi de fizică teoretică : legea lui Imbert-Fick (apăsînd un corp sferic cu elasticitate perfectă printr-o suprafață plană, atunci cînd se ajunge la o poziție de echilibru, presiunile de cele 2 părți ale suprafeței aplanate sînt egale).

Întrucît globul ocular nu are elasticitate perfectă, tonometrul Maklakov, care utilizează această lege, nu este corect calibrat.

Goldmann, experimentînd pe ochi de cadavru, a constatat că, pentru suprafețe de aplanare cu diametrul variînd între 2—4 mm., legea lui Imbert-Fick se aplică (ca și cum corneea ar fi perfect elastică) și de aceea el a ales pentru aparatul construit un $D = 3,06$ mm. În această situație P_t este mai mare decît P_o doar cu 2%, o diferență aproape neînsemnată.

Studiul rezistenței de scurgere a umoarei apoase

Două metode clinice permit de a aborda din punct de vedere diferit studiul scurgerii umoarei apoase în afara globului ocular :

- o metodă anatomică și descriptivă — gonioscopia ;
- o metodă funcțională — tonografia.

GONIOSCOPIA

Trantas (1898) face primele examinări ale unghiului cameral și tot el în 1918 denumește această examinare „gonioscopie”. Salzmann (1913) descrie anatomia unghiului

camerular și observă primul canalul lui Schlemm plin cu singe. Uribe Troncoso (1921), Barkan (1936), Ashton (1958), Maione (1951), Van Beuningen (1953), au adus îmbunătățiri în tehnicile de examinare.

Prin gonioscopie se înțelege examinarea directă a unghiului camerular. Unghiul camerular este partea marginală a camerei anterioare formată din corneea și sclerotică de o parte, iris și corp ciliar pe de alta. Examinarea unghiului camerular este importantă din punct de vedere diagnostic,

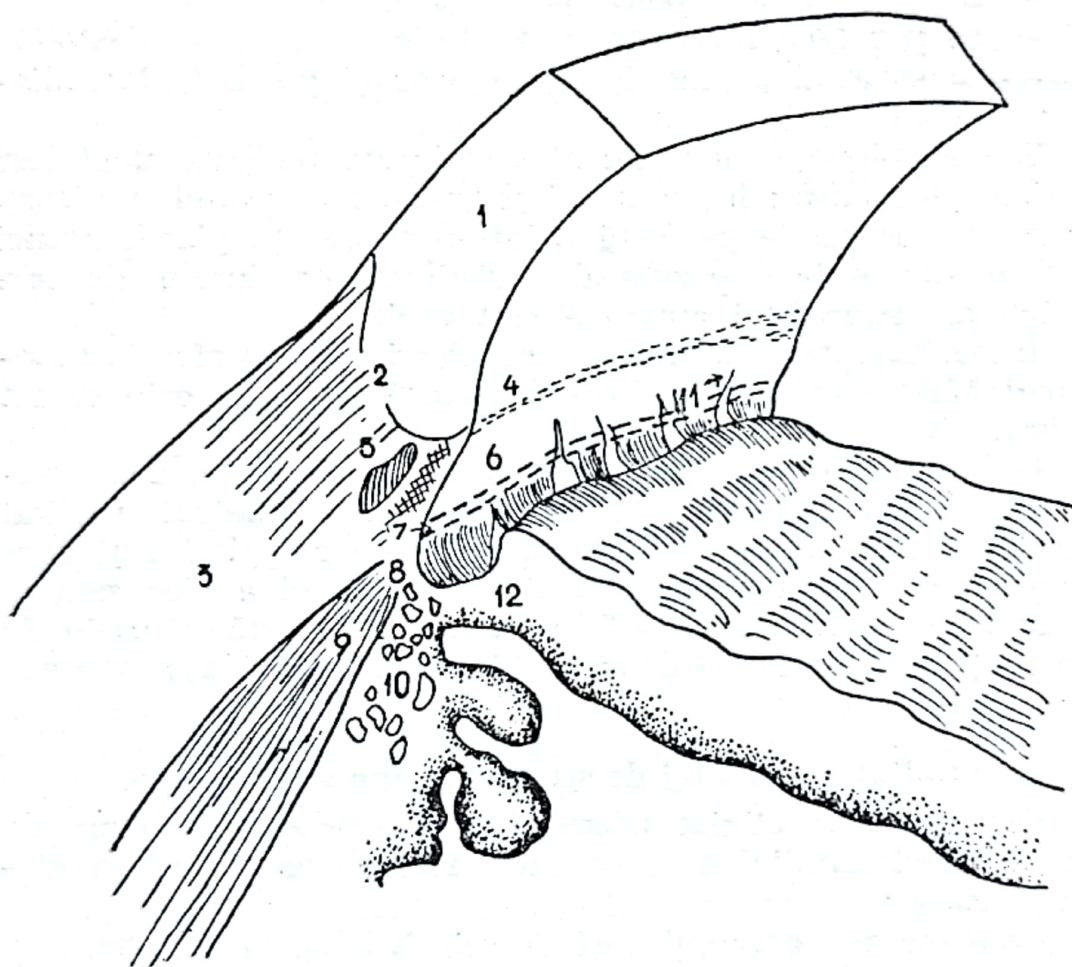


Fig. 101.

Unghiul irido-cornean normal : 1 — secțiune prin corneea ; 2 — limbul corneo-scleral ; 3 — secțiune prin scleră ; 4 — linia lui Schwalbe ; 5 — canalul lui Schlemm ; 6 — trabeculul sclero-cornean ; 7 — pîn-tenul scleral ; 8 — tendonul ciliar ; 9 — fibre longitudinale ale muș-chiului ciliar ; 10 — fibre circulare ale mușchiului ciliar ; 11 — procese iriene depășind banda ciliară ; 12 — rădăcina irisului.

prognostic și terapeutic în îmbolnăvirile segmentului anterior al globului ocular și „un oculist care nu practică corect gonioscopia nu are dreptul de a urmări un glaucom”. (Etienne).

Rezistența la scurgere a umoarei apoase poate fi crescută la nivelul unghiului prin :

- închiderea pretrabeculară, determinată de rădăcina irisului. Irisul este acolat de corneă și este în acest caz glaucom prin închiderea unghiului ;

- unghiul poate să rămână deschis, dar printr-un proces de scleroză trabeculară se împiedică drenarea umoarei apoase la nivelul canalului lui Schlemm. Este în acest caz glaucom cu unghi deschis ;

- unghiul se poate închide prin exudate și sinechii. Este glaucom secundar ;

- există neoformatii la nivelul unghiului sub forma unor benzi hialine ce acoperă pintenul scleral și canalul lui Schlemm, sau o lipsă de dezvoltare a canalului Schlemm. Este glaucom congenital.

Tehnici de examinare. Există două metode de examinare :

- metoda directă, care examinează unghiul camerular direct, nu prin intermediul unei oglinzi. Ea se poate practica la patul bolnavului cu o sticlă de contact din care cea mai utilizată este aceea a lui Koeppe, sau aceea a lui Shaffer pentru copii ;

- metoda indirectă, cea mai utilizată în clinică. Examinarea unghiului se face la biomicroscop prin intermediul unei sticle de contact ce conține o oglindă (Goldmann, Van Beuningen, Allen Thorpe, Worst).

Metoda indirectă

Instrumentar. Există mai multe sticle de gonioscopie :

Sticla de contact a lui Goldmann are una sau două oglinzi înclinate la 64° față de suprafață, astfel încât razele care vin din unghiul camerular trec prin partea centrală a corneei.

Raza de curbură a sticlei este de 7,4 mm și față de raza corneei de 7,8 mm se creează un vid care se umple cu o so-

luție viscoasă de metil-celuloză 1% sau glicerină. Sticla nu poate deci efectua nici o presiune pe centrul corneei.

Gonioscopul Van Beuningen este un dispozitiv format dintr-un speculum cu o suprafață oculară inelară. În interiorul acestui dispozitiv se introduce gonioscopul propriu-zis.

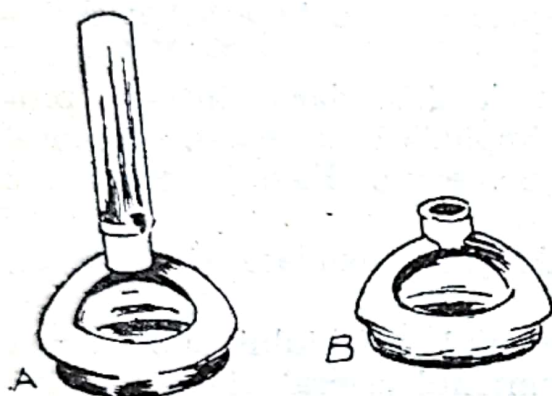


Fig. 102.
Sticla de contact Koeppe

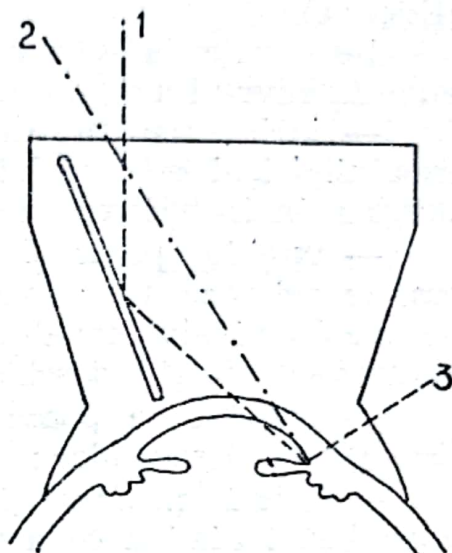


Fig. 103.
Mersul razelor în unghiul irido-cornean : 1 — prin oglindă ; 2 — oblic ; 3 — prin exterior.
(Goldmann).

Pe gonioscop se află un inel conic, care se poate roti astfel încât suprafața de contact să se ridice sau să se coboare. Partea optică este o piramidă de sticlă cu patru fețe și vârful retezat. În vîrf se află o scobitură cu raza internă de 7,7 mm, aproximativ egală cu convexitatea corneei. Ca mediu de contact aici sînt lacrimile. Dacă se efectuează o presiune pe corneă aspectul unghiului se modifică. Dacă se privește în una din cele patru oglinzi se observă partea opusă a unghiului camerular.

Sticla de contact Lee Allen-Thorpe se compune dintr-un dispozitiv cu patru oglinzi (fig. 104) și un blefarostat din material plastic. Suprafața internă este apropiată de sticla Beuningen. Blefarostatul menține pleoapele depărtate, iar un resort menține sticla corect pe corneă și reduce orice presiune. Ca mediu de contact se utilizează metilceluloză 1%.

Sticla lui Worst conține 6 oglinzi și aderă solid de corneă prin vid.

Examinarea. Cu sticla van Beuningen examinarea se face cu anestezia corneei. Se aplică gonioscopul pe corneă, introducându-se inițial în fundul de sac inferior, apoi se trage pleoapa superioară și se basculează pe corneă. Lampa cu fantă și microscopul cornean se îndreaptă spre partea anterioară a ochiului. Unghiul dintre lampă și biomicroscop nu trebuie să depășească 30° . Dacă se interpune o bulă de aer, se mișcă puțin sticla pentru a o evacua. Gonioscopul se ține cu mâna stângă, microscopul este orientat spre partea superioară a piramidei pentru examinarea unghiului camerular inferior. Succesiv se va examina în celelalte oglinzi și restul unghiului camerular. Rotirea gonioscopului nu va depăși 45° . Vizibilitatea unghiului lateral este de numai 5° față de aceea a unghiurilor din meridianul vertical, care este de 10° — 15° . Mărirea imaginii este de 10—40 ori. Dacă aspectul unghiului nu este clar și apar striuri, deși mediile oculare sînt transparente, înseamnă că distanța dintre suprafața de contact a piramide și suprafața anterioară a corneei este prea mare. În acest caz se va exercita o presiune mică asupra gonioscopului sau se va stabili un contact mai intim printr-o ușoară răsucire a inelului. Se poate efectua gonioscopia cu sticla van Beuningen, aplicînd piramida direct pe corneă. În acest caz limbul rămîne liber pentru studiul venelor apoase, examene goniodynamometrice sau trabeculogoniotomii. Curățirea aparatului se face cu o soluție de sublimat 1/2000.

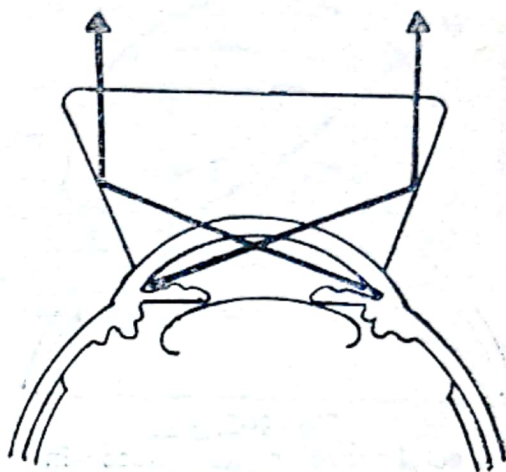


Fig. 104.
Direcția razelor luminoase în sticla de contact Lee Allen Thorpe.

Metoda directă

Se practică cu sticla lui Koeppe. Diametrul său este de 16—18 mm la partea unde ea alunecă pe pleoape. Peretele extern este convex, fapt care mărește imaginea de 1,5 ori. Capătul sticlei prezintă la vîrf o mică depresiune pe unde se

introduce un croșet de strabism pentru a o ridica. Curbura internă este de 7,4 mm, fapt care necesită aplicarea unei soluții de contact. Iluminarea este furnizată de un iluminator focal de mână tip Barkan,

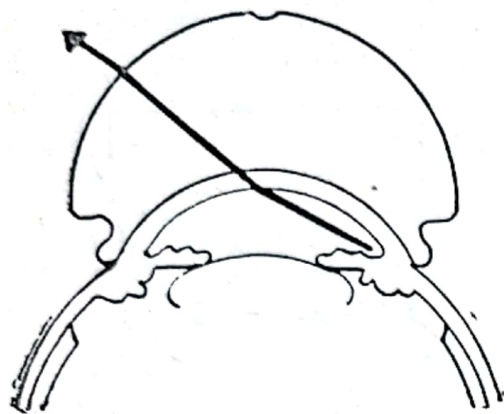


Fig. 105.
Traiectul razelor luminoase în
sticla Koepe.

care se schimbă dintr-o mână în alta în timpul examinării. Intensitatea iluminării se poate crește sau scădea. Microscopul de mână are obiectivul de 1,6 x și ocularul de 6 x, fapt ce dă o mărire de 10 x. Cu un ocular de 6 x și un obiectiv de 3,3 x se obține o mărire de 20 x. O mărire inferioară nu permite distingerea detaliilor, iar una superioară nu dă o profunzime suficientă a câmpului.

Examinarea se face în decubitus cu capul înclinat lateral spre examinator. Gîtul subiectului trebuie să fie în extensie pentru a nu influența examinarea. Sticla este aplicată pe ochi. Medicul ține în mîna stîngă microscopul de mână, iar în mîna dreaptă lampa Barkan. Independența celor două mîini asigură un avantaj. Se poate modifica atît incidența iluminării cît și a biomicroscopului. Aplicarea sticlelor pe ambii ochi permite efectuarea unei gonioscopii comparative. Sticla nu exercită presiune pe corneă, iar examinarea poate fi făcută și pe masa de operație.

GONIOSCOPIE CU DEPRESIUNE CORNEANĂ

Este o gonioscopie dinamică cu modificarea unghiului camerular în cursul examinării. Propusă de Max Forbes (1966), metoda utilizează o sticlă de contact care face presiune pe corneă. Corneea se aplatizează, descemetul se plisează iar umoarea apoasă este împinsă spre periferia camerei anterioare. Ea deschide atunci unghiul camerular, separînd irisul de peretele extern, în cazul cînd nu există sinechii (fig. 106). Se poate plasa sticla și lateral pe corneă, pentru a deschide unghiul opus. Examinarea se poate face prin me-

toda directă și indirectă. Se vede astfel dacă un glaucom cu unghi închis este reversibil, dacă există aderențe inflamatorii ale irisului de trabecul.

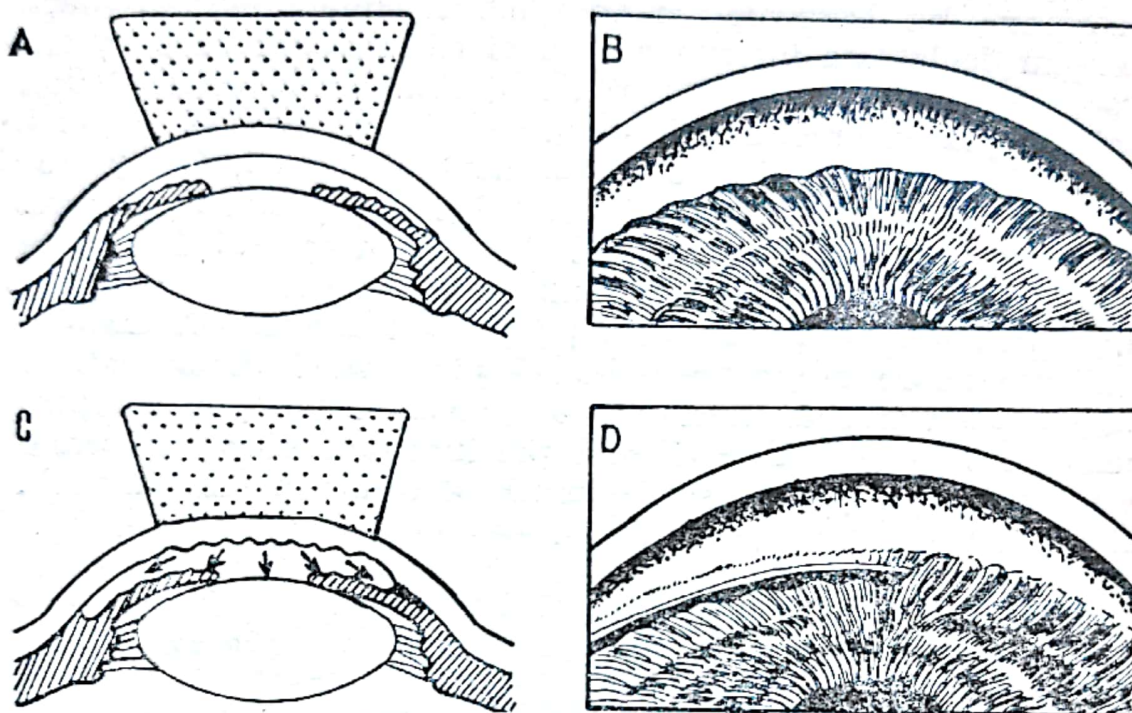


Fig. 106.
Gonioscopie cu depresiune corneană.

UNGHIIUL CAMERULAR NORMAL

Oricare ar fi metoda utilizată, apreciem la început gradul de deschidere al unghiului făcut de cele două planuri, corneo-scleral și irian. El este deschis când cele două planuri fac un unghi de 40° . Este mai îngust în partea superioară decât în cea inferioară; este mai larg în miopie și afakie și mai îngust în hipermetropie.

Unghiul este închis atunci când rădăcina irisului vine să se acoleze înaintea trabeculului scleral, împiedicând evacuarea umorii apoase.

Examinarea se începe cu un fascicul larg orientativ; cu un fascicul îngust reușim să individualizăm detalii. Plecând de la partea anterioară a peretelui corneo-scleral deosebim mai multe elemente anatomice bine individualizate:

Inelul lui Schwalbe este o linie circulară sidefie, puțin marcată, uneori delimitată de o dungă pigmentată, prin captarea pigmentului irian cu vîrsta. Histologic el constituie limita periferică a feței posterioare a corneei și locul unde membrana lui Descemet se termină. Îl individualizăm dacă mergem de la fața internă a corneei către unghi ca o ușoară proeminență sidefie, cu o pantă mai lină spre corneă și una mai abruptă spre rădăcina irisului.

Trabeculul scleral este o suprafață albicioasă, fin granulată, dispusă între inelul lui Schwalbe și pintenul scleral. Se observă depozite pigmentare dispuse în special la unirea celor 2/3 externe cu 1/3 internă, adică în dreptul canalului lui Schlemm aflat pe un plan posterior trabeculului. Canalul Schlemm apare atunci ca o dungă pigmentată. Există atît o pigmentare exogenă cît și una endogenă prin depunerea pigmentului în canal. Uneori cînd presiunea venelor episclerale este superioară (compresiune jugulară, compresiune cu sticla lui Worst) apare sînge în canal.

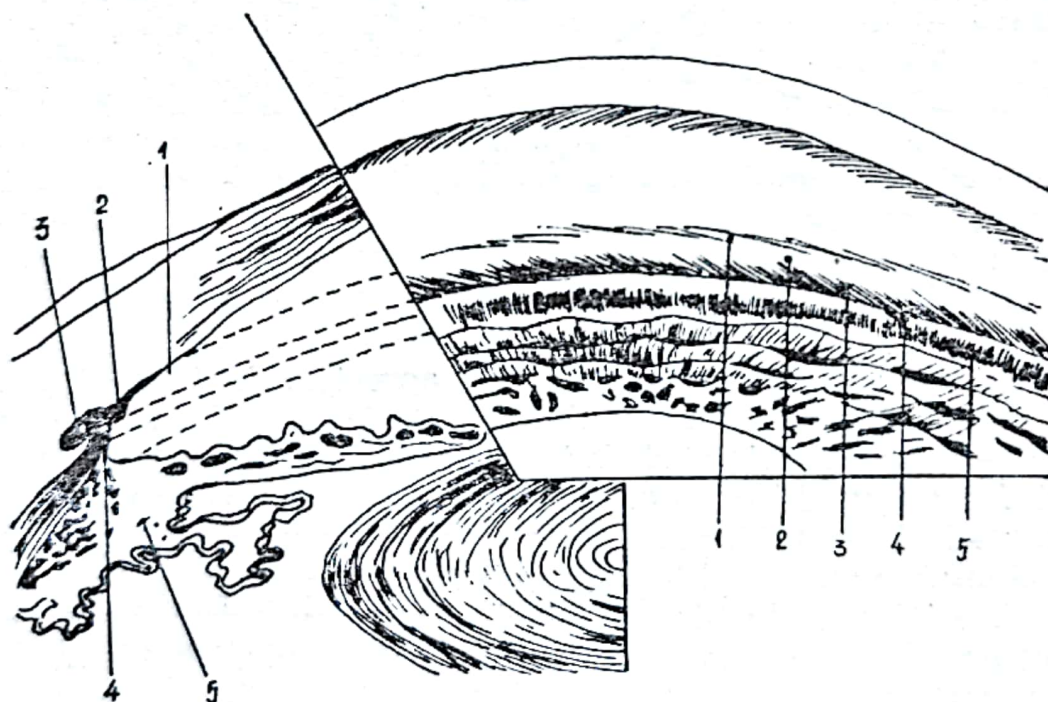


Fig. 107.

Correspondența schematică anatomo-gonioscopică : 1 – inelul lui Schwalbe ; 2 – trabeculul corneo-scleral ; 3 – canalul lui Schlemm ; 4 – pintenul scleral ; 5 – banda ciliară.

Pintenul scleral este o a doua linie circulară alb-sidefie, de culoare asemănătoare cu aceea a scleroticii. Este ușor de identificat, fiind partea cea mai albă a peretelui extern al unghiului. Dacă se vede pintenul scleral în cursul gonioscopiei, înseamnă că unghiul este anatomic în stadiu de funcționare.

Banda ciliară este o dungă brun-închis, situată în fundul unghiului, în urma pintenului scleral și corespunde mușchiului ciliar care vine de se inseră pe pinten. La bătrâni, banda ciliară devine cenușie-mată; în glaucomul congenital prin inserția înaltă a irisului, banda ciliară este inexistentă, deoarece irisul pare a lua inserție pe pintenul scleral.

Rădăcina irisului este reprezentată prin două-trei falduri iriene circulare. În funcție de deschiderea unghiului, rădăcina irisului poate prezenta diferite situații față de peretele corneo-scleral. Uneori se poate observa un ușor tremur fiziologic, determinat de trecerea umoarei apoase prin pupilă.

Procese iriene sau ligamentul pectineu sînt fine prelungiri ale fibrelor iriene care merg de la periferia irisului la trabeculul scleral, trecînd înaintea benzii ciliare și a pintenului. Constituie relicve embrionare.

După S. H. Sugar (1951) dimensiunile diferitelor elemente ale unghiului camerular sînt:

- de la membrana lui Descemet pînă la canalul lui Schlemm, 0,35 mm;
- lărgimea canalului Schlemm este de 0,28 mm;
- distanța de la canalul lui Schlemm la fundul unghiului este de 0,10 mm.

Histologic, trabeculul apare constituit din fibre conjunctive care formează axe lamelare sau pilieri, tapetate de celule endoteliale. La nivelul trabeculului uveal, pilierii sînt formați din fibre dense de collagen cu diametrul de 5—12 microni, înconjurați de o membrană bazală tapetată cu celule endoteliale de 0,2—0,3 microni.

Trabeculul scleral are forma unui triunghi al cărui vîrf se inseră pe membrana lui Descemet, iar baza se află la pintenul scleral. El este format din 4—20 straturi suprapuse de tractusuri anastomozate dispuse în sens circular. Fiecare din ele este alcătuit din patru elemente concentrice:

- un ax fibrilar collagen;
- o rețea de fibre elastice;

- o substanță fundamentală amorfă;
- un fin strat endotelial (fig. 108).

Grosimea fibrelor astfel constituite variază între 3 și 7 microni în funcție de locul unde sînt situate; lamele devin mai groase cu vîrsta. Lărgimea ochiurilor este de 2—12 microni. Celulele endoteliale au proprietăți contractile ca și celulele musculare sau parietale ale capilarelor. Grosimea medie a acestui endoteliu este de 0,5 microni. Aceste învelișuri endoteliale ale lamelor trabeculare delimitează adevărate canale intratrabeculare. Ele sînt întrerupte din loc în loc de expansiuni protoplasmatiche ale celulelor endoteliale. În partea lor cea mai internă, spațiile au un diametru de 5—6 microni. Acest diametru se reduce la 1—2 microni pe măsură ce ne apropiem de canalul lui Schlemm. Spațiile comunică între ele prin pori de 2—12 microni mărime, decalți unii în raport cu alții.

Feeney (1962) descrie fibre nervoase mielinizate pînă la nivelul pîntenului scleral; la nivelul spațiului trabecular și a

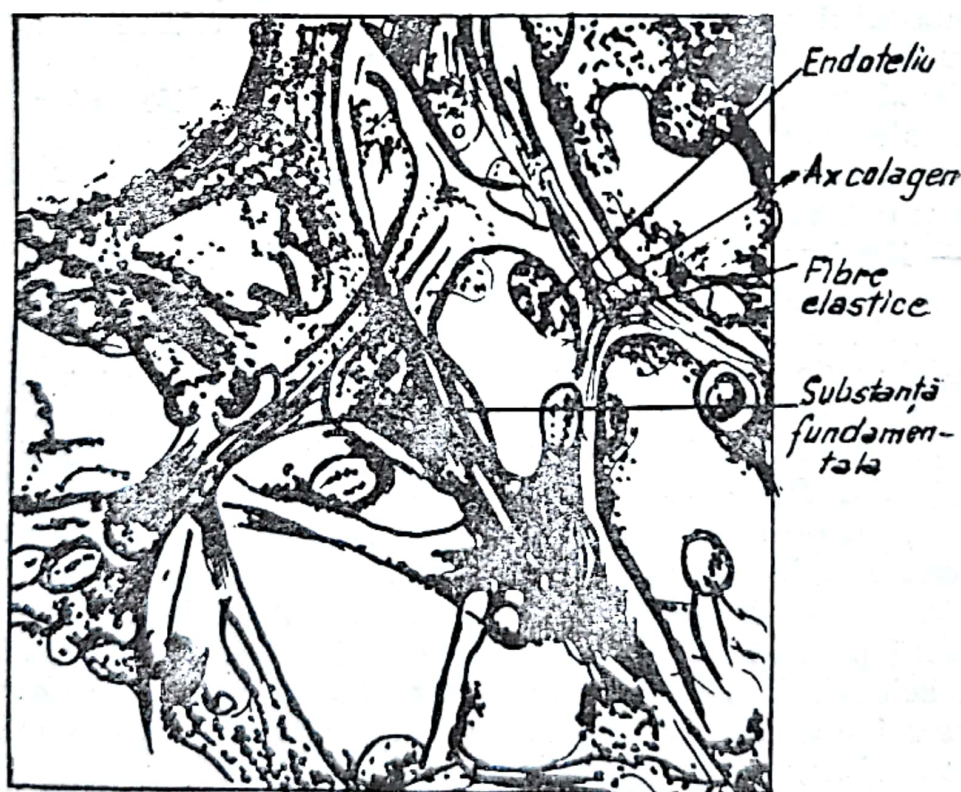


Fig. 108.
Secțiune prin trabecul (Ashton, Brini, Smith).

celulelor endoteliale, ajung fibre amielinice. În spațiile intertrabeculare se pot pune în evidență diverse celule (hematii, plasmocite, mastocite).

Trabeculul cribriform este denumit trabeculul din vecinătatea peretelui intern al canalului lui Schlemm. Este o zonă de tranziție între spațiile trabeculare unde circulă liber umoarea apoasă cu elemente figurate și canalul lui Schlemm care este un simplu canal colector. Trabeculul cribriform este format dintr-un țesut conjunctiv cu o structură specială, interpus între peretele intern al canalului lui Schlemm și spațiul trabecular. El este constituit dintr-o matrice care conține celule asemănătoare celulelor endoteliale dispuse pe 1—2 straturi. Alte celule au aspectul fibrocitelor; ele nu se juxtapun în lame complete ci edifică o structură complexă, delimitând spații extracelulare pline cu o substanță omogenă, granuloasă și fibre colagene cu o periodicitate de $640 \text{ \AA} - 1000 \text{ \AA}$. (fig. 109).

O zonă omogenă, lipsită de fibre și bogată în mucopolizaharide de $0,3-0,7$ microni grosime, separă peretele intern al canalului de primele celule. In vivo această zonă este plină cu umoare apoasă și nu opune nici o rezistență trecerii umoarei apoase și nici hematiilor. Canalul lui Schlemm este tapetat din loc în loc cu celule endoteliale; lumenul canalului este triunghiular cu vârful anterior și baza posterior. De menționat că celulele dispuse pe peretele intern au citoplasma cu vacuole mari ce se deschide atât în canalul lui Schlemm cât și în trabeculul cribriform. Aceste deschideri

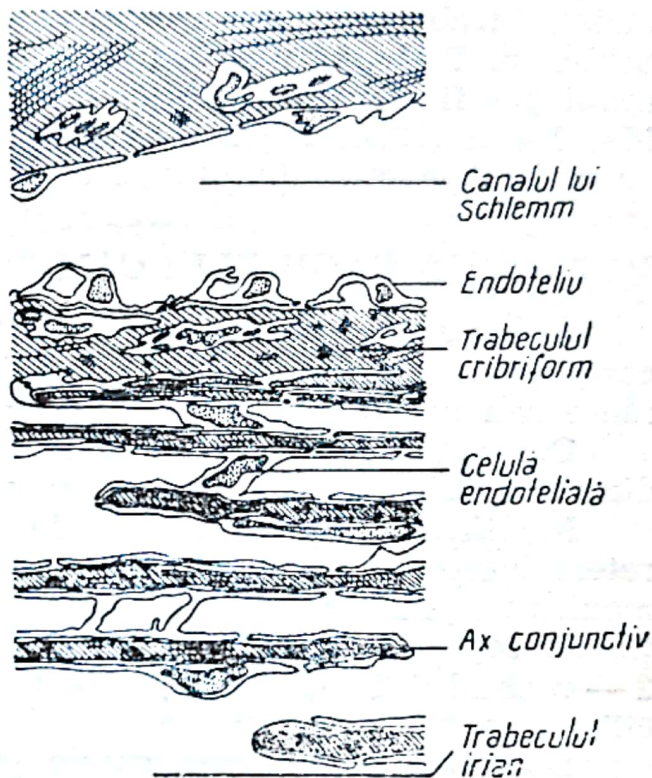


Fig. 109.
Aspectul trabeculului la examenul ultra-microscopic (după Pouliquen).

sînt în realitate orificiile unor canale intracitoplasmatiche de 10—20 microni lungime și 2 microni lărgime, care reunes direct trabeculul cribriiform cu lumenul canalului lui Schlemm. Prin perfuzii Barany a putut demonstra că aceste spații pot fi traversate de particule de 2—3 microni mărime. Mac Ewen (1958) arată că există între 100 și 10.000 astfel de orificii pe mmp în funcție de mărimea lor.

PATOLOGIA UNGHIULUI CAMERULAR

Gonioscopia este utilizată pentru cercetarea anomaliilor congenitale ale segmentului anterior, traumatismelor perforante sau nu, tumorilor, proceselor inflamatorii.

Cea mai largă utilizare o are în glaucom, atît în scop diagnostic cît și în aprecierea unor rezultate operatorii.

Modificări de poziție apar între rădăcina irisului și perețele corneo-scleral: ele pot fi primare și secundare. Ca modificări primare menționăm deschiderea unghiului în funcție de reperele peretelui extern: 1 — inelul lui Schwalbe; 2 — canalul lui Schlemm; 3 — pintenul scleral; 4 — banda ciliară.

Deosebim astfel următoarele grade de deschidere a unghiului.

Grad 0 — unghiul este total închis; irisul vine în contact cu inelul lui Schwalbe.

Grad 1 — unghi parțial închis în formă de fantă (10°); se vede inelul lui Schwalbe și $1/3$ anterioară a trabeculului scleral, dar partea funcțională a trabeculului nu este accesibilă umorii apoase.

Grad 2 — unghi deschis (15°); se vede inelul Schwalbe și canalul Schlemm.

Grad 3 — unghi mediu deschis ($15-20^\circ$); se disting inelul Schwalbe, canalul Schlemm și pintenul scleral.

Grad 4 — unghi larg deschis ($25-40^\circ$); se văd toate elementele unghiului inclusiv banda ciliară.

Ca modificări secundare se menționează schimbări de poziție ale rădăcinii irisului determinate de unele afecțiuni inflamatorii sau neoformative.

Modificări de structură, mai greu de apreciat, se datoresc faptului că imaginea este mărită numai de 10—40 ori și nu se pot observa detalii ale trabeculului.

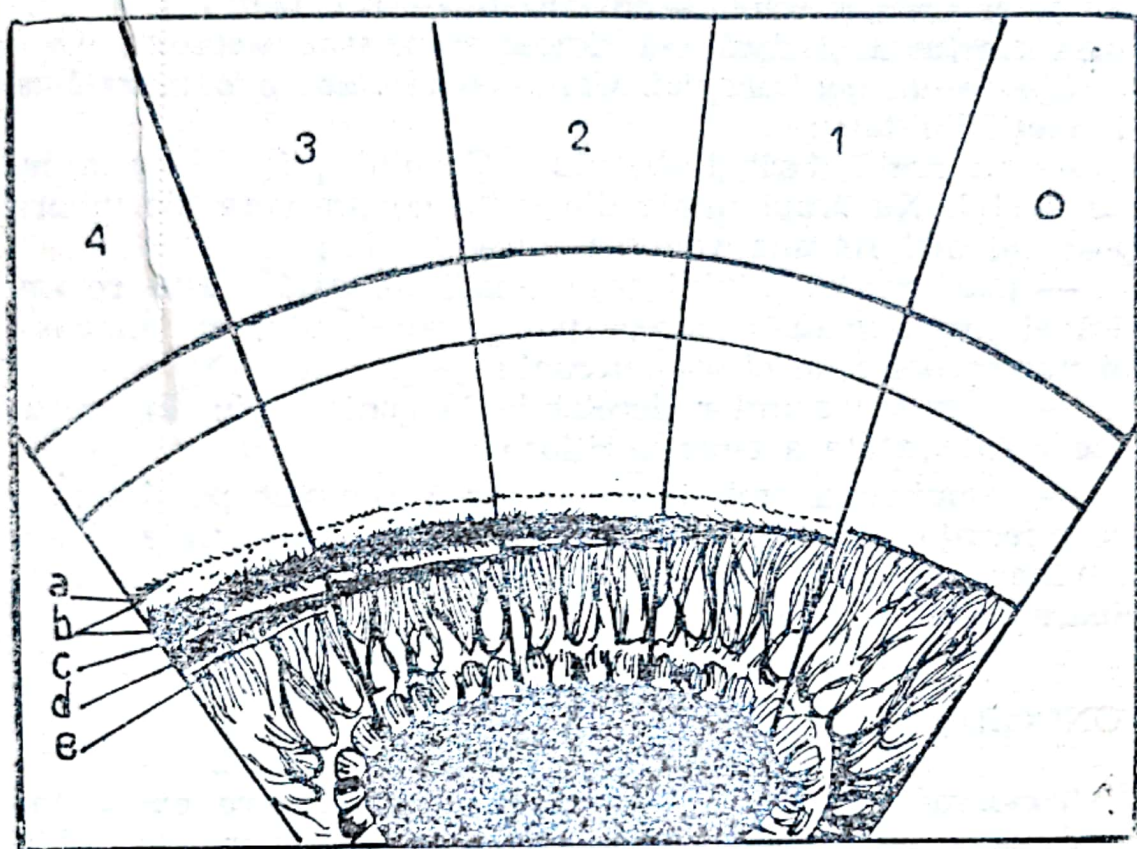


Fig. 110.

Diferite grade de deschidere a unghiului : a — inelul Schwalbe ; b — trabeculul scleral nefuncțional înainte, filtrind în urma canalului Schlemm ; c — pintenul scleral ; d — banda ciliară ; e — irisul.

Ca modificări primare se menționează opacifieri ale trabeculului, scleroza corpului ciliar cu o densitate optic crescută, canalul Schlemm plin cu sânge, atrofia corpului ciliar.

Ca modificări secundare sînt depozite de pigment, exsudate, țesut conjunctiv organizat, corpi străini, goniosinechii.

Examenul gonioscopic după intervenții antiglaucomatoase poate pune în evidență :

- în iridectomie — dacă irisul a fost rezecat la bază ;
- în iridencleisis se văd rădăcina irisului, goniosinechii ;
- în sclerotrepanații se vede permeabilitatea găurii de trepanație ;
- în ciclodializă se vede dacă camera anterioară comunică cu spațiul supracoroidian ;

— în trabeculectomie se constată dacă operația a fost corect efectuată și dacă s-a ridicat trabeculul sclerozat.

Limite ale gonioscopiei. Gonioscopia rămâne o metodă ce dă relații limitate :

— nu arată decât trabeculul. Canalul lui Schlemm nu este vizibil. Nu arată nimic din căile de scurgere ale umorii apoase și nici rețeaua venoasă intrasclerală ;

— mărimea unghiului prin imaginea dată este relativ mică și insuficientă, deoarece porii trabeculului au dimensiuni microscopice de câțiva microni ;

— absența leziunilor decelabile la gonioscopie nu presupune o integritate a emonctoriilor ;

— examinarea trebuie să se facă complet pe întreaga circumferință, pentru a se putea obține date utile. Dacă examinarea se face mai ușor superior și inferior, lateral examinarea rămâne dificilă.

TONOGRAFIA

Tonografia constă în a înregistra relația care există între diminuarea presiunii tonometrice cu eliminare de lichid endocular într-o unitate de timp sub efectul unei presiuni cunoscute. Din datele înregistrate timp de câteva minute și din relația „modificarea de volum/modificarea de presiune” se deduce un coeficient de facilitate la scurgere a umorii apoase.

Coeficientul „C” al facilității la scurgere este volumul umorii apoase în milimetri cubi, cu care crește fluxul normal atunci când, timp de 1 minut, presiunea de scurgere crește cu 1 mm. Coeficientul „R” al rezistenței la scurgere exprimă creșterea presiunii în mm Hg care trebuie adăugată ochiului pentru ca 1 mm³/minut în plus de umor apos să fie expulzat ($1/C = R$). Tonografia stabilește rezistența sau mai bine zis inversul ei, facilitatea la scurgere. Este deci explorarea sistemului de drenaj al ochiului. Ideea aplicării unui tonometru pe ochi pentru a determina căderea progresivă a tensiunii oculare după un timp determinat a preocupat pe numeroși cercetători. Pagenstecher (1878) a constatat că masajul globului ocular provoacă o cădere a tensiunii oculare. Schoenberg (1913) arată că presiunea oculară depinde în mare

parte de sistemul de drenaj al ochiului și „examenul căilor de scurgere este mai important decât simpla măsurare a presiunii oculare“. Dashevskij (1944) aplică pe ochi un elasto-

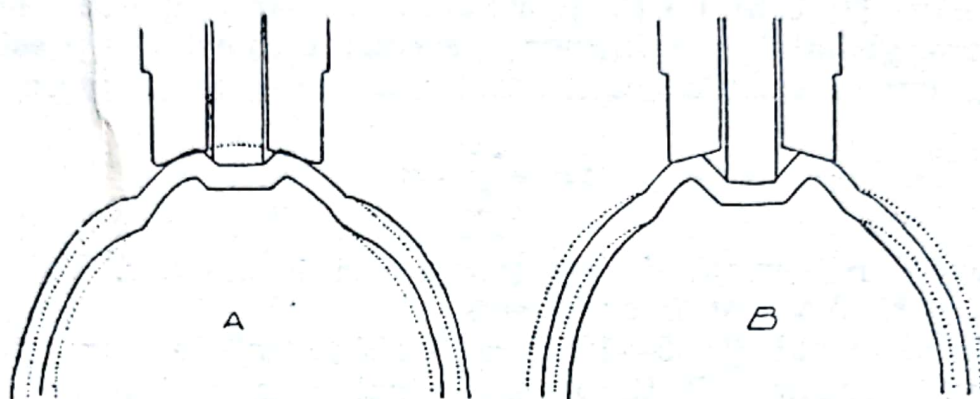


Fig. 111.

Modificările peretelui ocular în cursul aplicării tonometrului
A — linia punctată este forma inițială a ochiului. Linia continuă arată forma ochiului după aplicarea tonometrului. B — linia continuă arată depresiunea corneană mai accentuată la sfârșitul probei; linia întreruptă arată revenirea la normal a pereților.

tonometru timp de două minute și notează presiunea din 10 în 10 secunde. Moses și Bruna (1950) efectuează primele tonografii, dar metoda este perfecționată de Grant (1950), care determină valoarea coeficientului de scurgere și dă denumirea metodei de tonografie.

Principiu. Dacă aplicăm un tonometru pe ochi și îl lășăm câteva minute, acul se deplasează, presiunea exercitată de către tonometru face ca un oarecare volum de umoare apoasă să părăsească globul ocular. Tonografia este înregistrarea acestei variații tensionale. Se poate calcula astfel facilitatea la scurgerea umoarei apoase care este cantitatea expulzată timp de un minut făcând să crească presiunea de scurgere cu 1 mm Hg. Amsler (1955) afirmă că este o tonometrie înregistrată continuu.

Este admis că scurgerea umoarei apoase se face după legea lui Poiseuille, care se exprimă :

$$P = D \times R$$

în care P este presiunea de scurgere a umoarei apoase ($P_o - P_v$); D este debitul, iar R este rezistența la scurgere. Această relație arată că debitul este direct proporțional cu presiunea. Dacă vom cunoaște presiunea medie exercitată de tonometru pe ochi (ΔP) și volumul umoarei apoase ieșită în afara globului sub influența acestei creșteri de presiune (ΔV), putem calcula coeficientul rezistenței la scurgere;

$$\Delta P = \frac{\Delta V}{T} \cdot R$$

în care T reprezintă durata tonografiei în minute. Valoarea lui ΔP și ΔV pot fi cunoscute.

Friedenwald (1955—1957) a stabilit tabele care arată presiunea oculară cît timp tonometrul este aplicat pe ochi (tabel VII). Dacă considerăm:

P_{t_1} presiunea tonometrică la începutul tonografiei (timpul zero),

P_{t_2} presiunea tonometrică la sfîrșitul tonografiei (timpul T) de exemplu după patru minute;

presiunea tonometrică medie, în timpul efectuării probei, se calculează făcînd o medie aritmetică:

$$P_t = \frac{P_{t_1} + P_{t_2}}{2}$$

Creșterea medie a presiunii în timpul probei este obținută prin relația:

$$\Delta P = \frac{P_{t_1} + P_{t_2}}{2} - P_{oc}$$

în care P_{oc} reprezintă presiunea ochiului fără contact instrumental.

La sfîrșitul tonografiei volumul indentației corneene provocat prin tonometru este mai mare (fig. 111). Friedenwald (1957), a stabilit tabele care arată pentru fiecare gradație a cadranelor tonometrului volumul de indentație corneeană (tabel VIII).

Diferențele de volum ale indentațiilor corneene corespund la o diminuare de volum a globului ocular:

$$\Delta V = V_{c_2} - V_{c_1}$$

Tabel VII

Tabele de presiuni tonometrice în mm Hg
(Friedenwald, 1957)

Deviație	Greutăți			
	5,5 g	7,5 g	10 g	15 g
0,0	51,40	70,09	93,46	140,19
0,5	48,29	65,85	87,80	131,69
1,0	45,53	62,09	82,78	124,17
1,5	43,07	58,73	78,31	117,46
2,0	40,86	55,72	74,29	111,44
2,5	38,87	53,00	70,67	106,01
3,0	37,06	50,54	67,39	101,08
3,5	35,42	48,29	64,39	96,59
4,0	39,91	46,24	61,65	92,48
4,5	32,53	44,35	59,14	88,70
5,0	31,25	42,61	56,82	85,23
5,5	30,07	41,01	54,67	82,01
6,0	28,98	39,52	52,69	79,03
6,5	27,96	38,13	50,84	76,26
7,0	27,01	36,84	49,12	73,67
7,5	26,13	35,63	47,51	71,26
8,0	25,30	34,50	46,00	69,00
8,5	24,52	33,44	44,58	66,87
9,0	23,79	32,44	43,25	64,88
9,5	23,10	31,50	42,00	63,00
10,0	22,45	30,61	40,82	61,22
10,5	21,83	29,77	39,70	59,55
11,0	21,25	28,98	38,64	57,96
11,5	20,70	28,23	37,64	56,45
12,0	20,18	27,51	36,68	55,03
12,5	19,68	26,83	35,78	53,67
13,0	19,20	26,19	34,92	52,37
13,5	18,75	25,57	34,09	51,14
14,0	18,32	24,98	33,31	49,97
14,5	17,91	24,42	32,56	48,84
15,0	17,52	23,89	31,85	47,77
15,5	17,14	23,37	31,16	46,74
16,0	16,78	22,88	30,51	45,76
16,5	16,43	22,41	29,88	44,82
17,0	16,10	21,96	29,27	43,91
17,5	15,78	21,52	28,69	43,04
18,0	15,48	21,10	28,14	42,21
18,5	15,18	20,70	27,60	41,40
19,0	14,90	20,31	27,09	40,63
19,5	14,62	19,94	26,59	39,88
20,0	14,36	19,58	26,11	39,16

Tabel VIII

Modificarea volumului ocular în mm^3 în funcție de deviația acului tonometrului Schiötz (Friedenwald, 1955)

Deviație	Greutăți			Deviație	Greutăți		
	5,5	7,5	10		5,5	7,5	10
0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	31,87	30,45	28,91
0,25	0,92	0,96	0,84	9,25	32,80	31,36	29,75
0,50	1,84	1,93	1,69	9,50	33,73	32,27	30,59
0,75	2,75	2,71	2,59	9,75	34,66	33,18	31,46
1,00	3,65	3,49	3,32	10,00	35,60	34,09	32,34
1,25	4,55	4,33	4,12	10,25	36,56	35,02	33,21
1,50	5,44	5,18	4,93	10,50	37,52	35,95	34,09
1,75	6,32	6,01	5,73	10,75	38,48	36,88	34,99
2,00	7,21	6,85	6,53	11,00	39,43	37,82	35,90
2,25	8,08	7,68	7,32	11,25	40,40	38,44	36,81
2,50	8,95	8,52	8,11	11,50	41,37	39,72	37,72
2,75	9,84	9,34	8,88	11,75	42,35	40,70	38,65
3,00	10,73	10,17	9,66	12,00	43,33	41,68	39,59
3,25	11,57	10,99	10,44	12,25	44,33	42,66	40,53
3,50	12,41	11,81	11,22	12,50	45,33	43,65	41,67
3,75	13,28	12,63	11,99	12,75	46,36	44,63	42,43
4,00	14,14	13,46	12,77	13,00	47,38	45,62	43,40
4,25	15,01	14,27	13,54	13,25		46,64	44,38
4,50	15,87	15,09	14,32	13,50		47,67	45,37
4,75	16,75	15,92	15,10	13,75		48,70	46,36
5,00	17,61	16,75	15,88	14,00		49,74	47,36
5,25	18,48	17,58	16,67	14,25		50,79	48,37
5,50	19,35	18,41	17,46	14,50		51,84	49,39
5,75	20,22	19,24	18,25	14,75		52,89	50,41
6,00	21,09	20,07	19,04	15,00		53,94	51,43
6,25	21,98	20,96	19,83	15,25			52,49
6,50	22,86	21,85	20,63	15,50		53,00	53,56
6,75	23,75	22,65	21,43	15,75			54,61
7,00	24,63	23,45	22,23	16,00			55,67
7,25	25,52	24,31	23,04	16,25			56,76
7,50	26,41	25,18	23,86	16,50			57,85
7,75	27,31	26,04	24,68	16,75			58,97
8,00	28,21	26,91	25,51	17,00			60,10
8,25	29,15	27,79	26,34				
8,50	30,03	28,67	27,18				
8,75	30,95	29,56	28,04				

în care V_{c1} și V_{c2} reprezintă volumele de indentație corneană la începutul și sfârșitul tonografiei, în timp ce ΔV reprezintă lichidul ieșit în afară de glob.

Reducerea volumului globului corespunde unei diminuări a distensiei sclerale sub influența scăderii tensiunii oculare și se calculează prin formula clasică :

$$\Delta V = \frac{I}{K} \log. \frac{Pt_1}{Pt_2}$$

în care ΔV reprezintă modificarea de volum, K coeficientul de rigiditate oculară, Pt_1 și Pt_2 cele două presiuni tonometrice de la începutul și sfârșitul probei. Reducerea de volum se calculează :

$$\Delta V = V_{c2} - V_{c1} + \frac{1}{K} \log \frac{Pt_1}{Pt_2}$$

dar :

$$\frac{1}{K} \log \frac{Pt_1}{Pt_2} = \frac{1}{K} \log \frac{Pt_0}{Pt_2} - \frac{1}{K} \log \frac{Pt_0}{Pt_1}$$

în care Pt_0 reprezintă presiunea oculară tonometrică atunci când acul tonometrului se află la graduația 0. (tabelul VI).

Deci :

$$\Delta V = V_{c2} - V_{c1} + \frac{1}{K} \log. \frac{Pt_0}{Pt_2} - \frac{1}{K} \log \frac{Pt_0}{Pt_1}$$

sau :

$$\Delta V = \left(V_{c2} + \frac{1}{K} \log \frac{Pt_0}{Pt_2} \right) - \left(V_{c1} + \frac{1}{K} \log \frac{Pt_0}{Pt_1} \right)$$

valorile

$$V_{c2} + \frac{1}{K} \log. \frac{Pt_0}{Pt_2} \text{ și } V_{c1} + \frac{1}{K} \log. \frac{Pt_0}{Pt_1}$$

le notăm cu V_2 și V_1 și le luăm din tabelul VIII. Valorile Pt_1 și Pt_2 se iau din tabelul VII. Formula finală care servește de calcul pentru rezistența la scurgere se reduce la :

$$R = \frac{\frac{Pt_1 + Pt_2}{2} - P_{oc}}{\frac{V_2 - V_1}{T}}$$

Principiul tonografiei este schematizat în fig. 112. Curba P_t reprezintă scăderea presiunii tonometrice în timp. Linia P_{oc} reprezintă valoarea tensiunii oculare înaintea aplicării

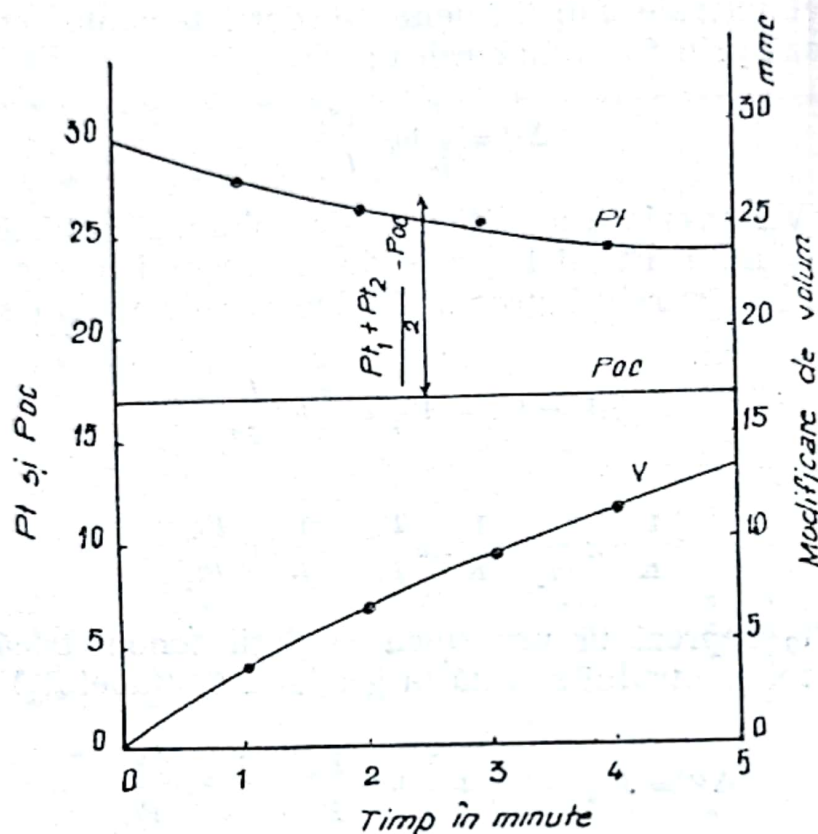


Fig. 112.
Principiul tonografiei (Weekers).

tonometrului. Distanța care separă P_t de P_{oc} arată compresii la fiecare moment al probei. Curba V arată eliminarea progresivă a volumului de umoare apoasă în afara globului în funcție de timp.

Tonografia poate fi efectuată cu tonometrul Schiötz, sau cu tonometrul electronic. Tonometrul Schiötz are avantajul că poate fi ușor controlat, dar are inconvenientul că este instabil atunci când se aplică pe glob, din cauza centrului său de greutate, care este ridicat. Tonometrul electronic prezintă avantajul că are o forță mai mare de amplificare, are centrul de greutate situat mai jos, fapt ce-i conferă mai multă stabilitate. Redăm o înregistrare grafică a traseului. Schwarzer,

Crescent, Berkeley, Takata, sînt cîteva tipuri de tonometre electronice utilizate astăzi.

Tehnică. Ochiul bolnavului sînt anesteziați cu un colir lipsit de efect midriatic. Bolnavul în decubit privește cu ochiul neexaminat un punct fixator. Tonometrul este aplicat pe glob, lectura deviațiilor inițiale dă valoarea lui Pt_1 și V_1 . Măsurarea lui Po se face la Goldmann deci în ortostatism, pe cînd tonografia propriu-zisă se face în decubit. Se știe că presiunea oculară în decubit este crescută cu $+2,63$ mm Hg. Acest lucru este însă neglijat în cursul tonografiei. Dacă curba tonometrică nu este înregistrată grafic, se citesc deviațiile acului din 15 în 15 secunde și se trasează un grafic în funcție de timp, pentru a urmări regularitatea probei.

Proba durează patru minute (T). Deviația finală a acului arată valoarea lui Pt_2 și V_2 . Înlocuind toți termenii obținuți în formula finală obținem valoarea lui R. Tonometrul electronic permite o măsurare mai precisă, putîndu-se urmări dacă traseul este regulat și subiectul cooperează (fig. 113). Se constată astfel un traseu descrescînd pe care se pot observa diferite ondulații :

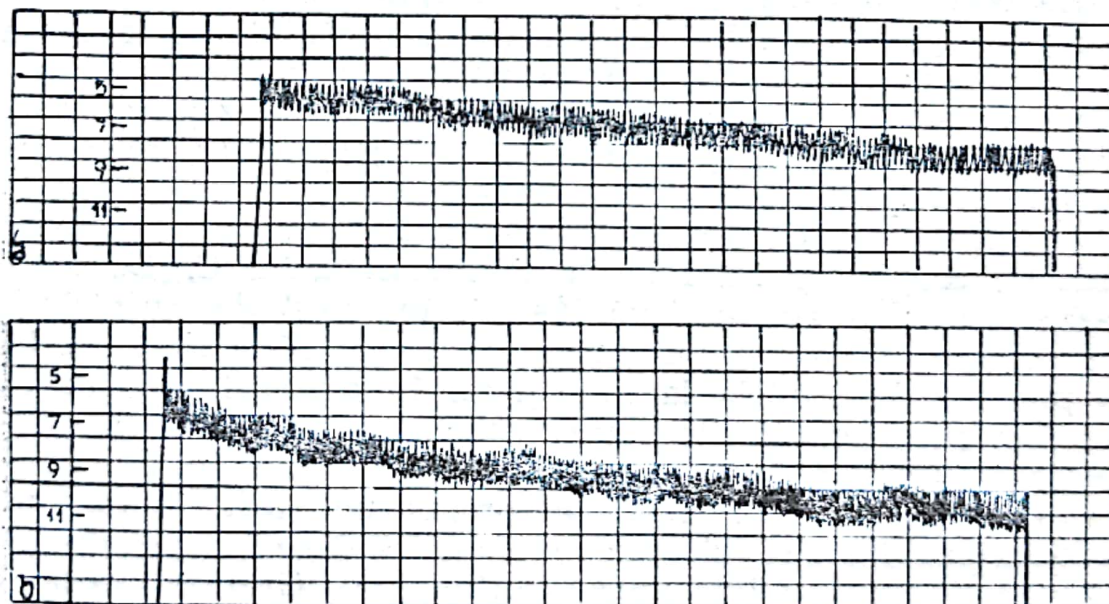


Fig. 113.

Traseu tonografic la un bolnav cu glaucom cu unghi închis între crize (sus) și după iridectomie (jos). Se recunosc pulsațiile cardiace și respiratorii. Intervalul ce separă două linii verticale corespunde la 15 secunde.

— unde cu pulsații rapide și amplitudine slabă, expresia presiunii sistolice la nivelul arterelor coroidiene și retiniene. Ele sînt un criteriu de bună funcționalitate a tonometrului. În caz de exagerare patologică a pulsațiilor, se obțin oscilații mult mai mari cărora unii autori i-au dat denumirea de tonogramă vasculară (Pesme);

— unde mai ample, 6—15 pe minut, ritmate prin respirații. Acestea țin de presiunea venoasă, deci de presiunea episclerală;

— unde vagale mai ample, puțin sistematizate;

— neregularități parazitare, care însă nu jenează interpretarea traseului.

Se recomandă de a nu se efectua mai multe tonografii pe același ochi în aceeași zi, măsurătorile succesive putînd produce erori și leza corneea. Se va evita de asemenea determinarea rezistenței la scurgere imediat la celălalt ochi, pentru a nu se produce o diminuare reflexă în secreția umorului apos. Nu se va face tonografie în momentul valorii maxime nictemerale.

Distribuția valorii lui C nu are un aspect gaussian și se poate vorbi de valori medii, dar mai greu de limite probabil sau sigur patologice. Valoarea medie a lui C (C_m) este de la 0,31 (Becker și Christensen) la 0,28 (Leydhecker, Prijot). Cînd valoarea lui $C \leq 0,07$ este sigur glaucom; zona de suspiciune se situează între $0,12 < C < 0,07$; $C = 0,12$, reprezintă valoarea limită a ochiului normal.

Raportul P_o/C . Ochiul glaucomatos se caracterizează printr-o creștere a lui P_o și o diminuare a lui C . Se utilizează împreună aceste două valori în cazul de suspiciune glaucomatoasă pentru un diagnostic exact. Este deci vorba în practică de a apela la tonometrie în ajutorul tonografiei. Au fost propuse diferite reprezentări grafice pentru a diferenția glaucomatoșii de suspecti.

Weekers și colab. (1966) au propus un grafic în care pe ordonată au înscris valoarea presiunii oculare iar pe abscisă: logaritmul rezistenței la scurgere (fig. 114). Graficul prezintă două elipse, din care cea interioară conține 95% din normali și cea exterioară 99% din normali. Experiența clinică arată că glaucoamele cu unghi deschis, sigure, se situează mult în afara elipsei, glaucoamele incipiente se localizează puțin în afara elipsei mari și suspectii între cele două elipse. Distanța

între punctul unde se situează subiectul și centrul elipsei arată gravitatea glaucomului și gradul de alterare a hidrodynamicii umorului apos.

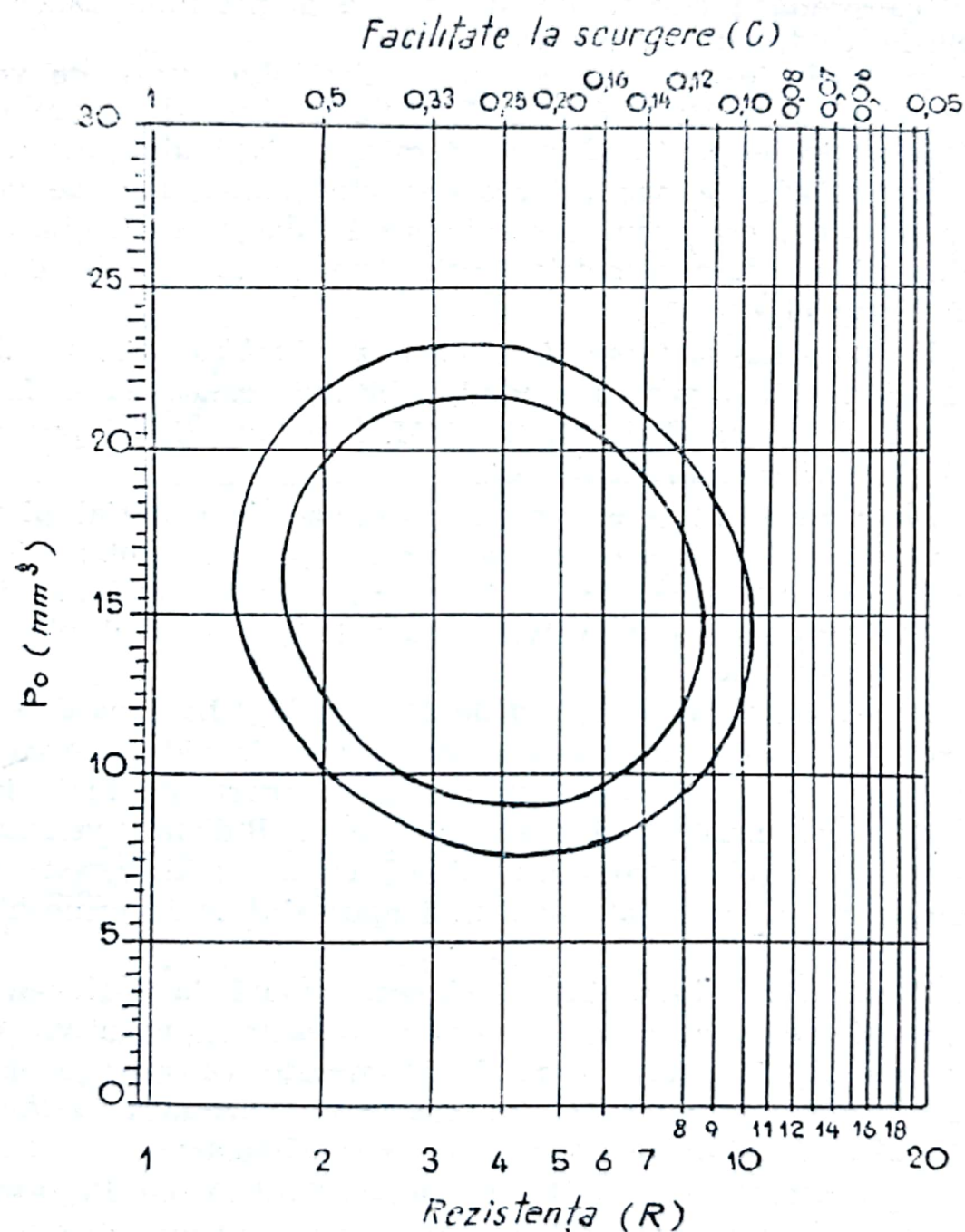


Fig. 114.

Reprezentare grafică pentru diferențierea glaucomatoșilor de suspecti (Weekers).

Aceste construcții grafice par a permite o diferențiere comodă a normalilor de glaucomatoși. Dar trebuie de reținut că ele reprezintă doar date statistice, care se bazează pe natura gaussiană a curbei de distribuire a presiunii oculare normale, contestată de numeroși autori.

În concluzie se poate afirma că dacă din punct de vedere științific tonografia este discutabilă, din cauza multor fenomene ipotetice (rigiditate sclerală, variații ale presiunii venoase episclerale, variații ale debitului), din punct de vedere practic acest examen s-a impus în diagnosticul glaucomului alături de tonometrie, perimetrie, gonioscopie și examenul papilei.

Ventuză de sucțiune (aspirare) perilimbică. Creată de Rosengren (1934) pentru studiul debitului ciliar, ea a fost utilizată de Miles Galin (1961) și M. Langham (1962) pentru studiul scurgerii umorului apos.

Instrumentarul constă dintr-o ventuză de material plastic în formă de con a cărei margine se aplică la limb; o seringă destinată a crea vid și un manometru etalonat în mm Hg; un sistem de valve și tuburi din material plastic leagă aparatul de ochi.

Principiu. Se creează vid de 50 mm Hg. La această valoare nu se modifică secreția ciliară dar se închid toate căile de scurgere ale umorului apos; ventuza aderă de limb, iar ochiul se va umple fără a se putea goli. Ridicînd ventuza, ochiul își va relua presiunea inițială cu atît mai repede cu cît căile de scurgere ale umorului apos sînt mai permeabile (fig. 115).

Tehnică. Se determină tensiunea oculară la Goldmann. Se aplică ventuza și se creează o presiune negativă de -50 mm Hg în aparat timp de 15 minute. Se retrage ventuza, întrerupînd vidul și se măsoară tensiunea oculară. După alte 15 minute se face o ultimă tonometrie.

Rezultate. Notînd cu P_0 presiunea inițială, cu P_1 presiunea după 15 minute, cu P_2 presiunea după 30 minute avem :

$$\text{Procentul căderii de presiune} = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_0} \times 100$$

Cînd valorile rezultate sînt situate deasupra lui 70%, subiectul poate fi considerat normal. Nu se iau în considerare creșterile de presiune sub 6 mm Hg.

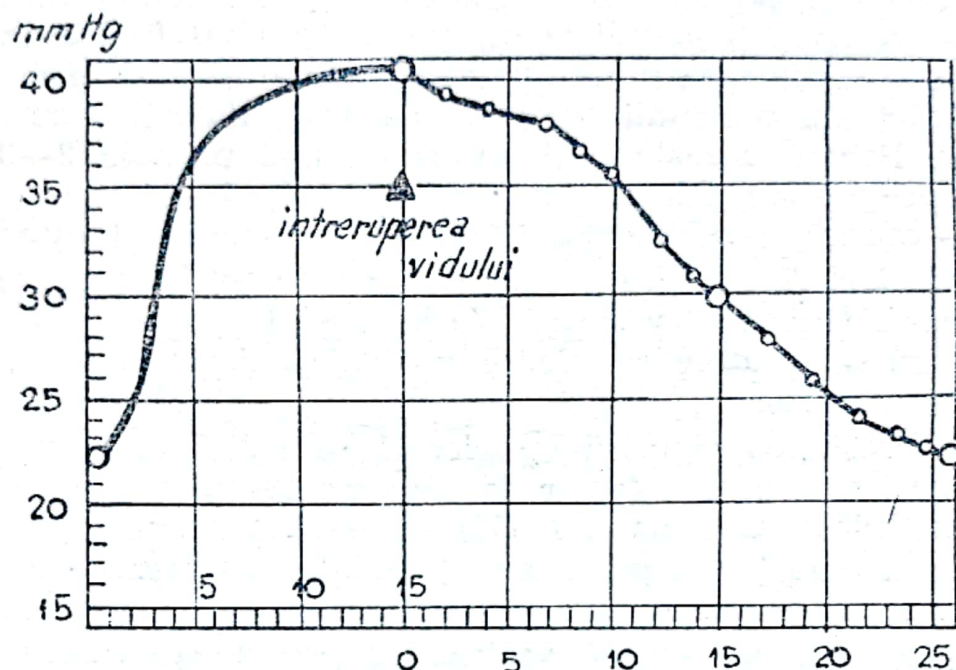


Fig. 115.
Efectul presional după aplicarea ventuzei.

Valoarea normală a rezistenței este de 4,5 (Grant), cu valori de la 2,3 la 9. La aceleași rezultate ajunge și Weekers cu limite extreme între 2,9 și 6,9. Perfuzînd sub o presiune fiziologică ochii recent enucleați, François și colab. (1958), găsesc o rezistență medie de 2,8 cu limite extreme între 0,9 și 11,2. Aceste observații confirmă datele clinice, care conferă rezistenței la scurgere o valoare medie de 3.

Cauze de erori. Cu toate precauțiile luate, tonografia este susceptibilă de unele erori;

— cele mai importante erori sînt legate de deformări parietale ale globului ocular. Deformarea corneană, datorită tasării stratului anterior al corneei prin piciorul tonometrului, este neglijabilă. Deformarea țesutului elastic scleral este în funcție nu numai de aplicarea greutăților tonometrului, ci și de ieșirea umorului apos, deci rigiditatea sclerală diferă tot timpul tonografiei;

— compresiunea globului antrenează scurgerea unui volum de sânge în afara ochiului ;

— pragul secreției umorului apos oscilează în cursul aplicării tonometrului, atât în ochiul explorat cât și în cel congener ;

— scăderea tensiunii la început pare a nu fi determinată numai de eliminarea umorului apos în afara globului ci și de modificări ale tensiunii arteriale generale datorită factorului emotiv. Pentru aceasta unii autori elimină primele 2—3 minute, prelungind durata tonografiei la 6—7 minute ;

— atunci când deviația inițială a tonometrului este inferioară la trei diviziuni, măsurătorile rezistenței la scurgere prin tonografie sînt mai scăzute. Weekers și Prijot recomandă a se utiliza o greutate suficientă pentru ca deviația inițială să fie mai mare de 3 ;

— presiunea venoasă episclerală se ridică cu 1 mm Hg în timpul tonografiei, factor de care trebuie să se țină seama (Linner, 1954). Goldmann (1958) arată că tonografia măsoară rezistența pînă la un punct situat înaintea emergenței emunctoriilor în afara scleroticii ;

— rigiditatea oculară variază cu presiunea oculară. Modificările de rigiditate în cursul tonografiei antrenează o eroare în aprecierea volumului umorului apos ieșit în afară de glob. Pentru a evita această eroare Moses (1958), Van Beuningen (1958), au propus de a se menține în mod artificial presiunea tonometrică la un nivel constant, sau de a readuce presiunea tonometrică la sfîrșitul probei la valori inițiale prin încărcarea tonometrului cu greutăți din ce în ce mai mari. Goldmann (1958) recomandă astfel o izotonogramă, mult mai exactă.

Goldmann mărește astfel timpul de efectuare al tonografiei, încarcă cu greutăți mai mari tonometrul, schimbă punctul de fixație în cursul efectuării probei pentru a elimina efectul de amprentă tonometrică la nivelul corneei. La fel nu ia în considerare primele 90 de secunde, eliminînd astfel factorul de eroare provenit din deformarea plastică a scleroticiei (fenomenul de „creep“). Efectuează totodată măsurarea presiunii la începutul și sfîrșitul probei la celălalt ochi, înlăturînd reflexele homeostatice în aprecierea lui P. Există și alte modele de izotonograme, (Prijot, 1960).

Aplicarea practică a tonografiei este mai redusă decât a celorlalte tehnici de explorare ale ochiului glaucomatos. În diagnosticul glaucomului, tonografia nu are o valoare constantă și absolută. Grant a considerat totdeauna tonografia ca destinată cercetărilor de laborator și mai puțin cu aplicații clinice. Pentru a da relații exacte în clinică, trebuie luate în considerare toate modificările ce pot surveni la nivelul ochiului în cursul efectuării acestei probe.

MĂSURAREA DEBITULUI UMORULUI APOS

Disponem astăzi de un număr mare de metode de investigație a secreției ciliare, care permit de a aprecia debitul umorului apos. Unele din ele se referă la procedee fizice de măsurare, altele se bazează pe studiul concentrației unor substanțe chimice bine definite, vehiculate de umorul apos. Inhibitorii anhidrazei carbonice au adus elemente noi, prin modificarea artificială a debitului.

Toate metodele permit de a obține rezultate de o calitate variabilă în sensul că, în timp ce unele permit a stabili valoarea absolută a debitului ciliar în mm^3 , de umor apos secretat pe minut, altele nu furnizează decât valori relative și se referă la „coeficienți de debit”. Utilizarea fluoresceinei a adus elemente noi mai precise în stabilirea circulației umorului apos.

Debitul umorului apos poate fi calculat în funcție de presiunea oculară, rezistența la scurgere a umorului apos și presiunea în venele laminare :

$$P_o = (D \times R) + P_v$$

$$D = \frac{P_o - P_v}{R}$$

Oricare ar fi tehnica întrebuintată, debitul secretoriu al ochiului normal este de $2,2 \text{ mm}^3/\text{minut} \pm 0,37 \text{ mm}^3$ (Goldmann). În glaucomul cronic simplu, debitul/minut este inferior cifrei normale fiind în medie $1,67 \pm 0,42 \text{ mm}^3/\text{minut}$. În 20% din cazuri de glaucom, debitul/minut este crescut la $4 \text{ mm}^3/\text{minut}$, fapt care ridică problema unor glaucoame prin hipersecreție.

Măsurarea debitului în clinică nu are utilitate practică. Dintre toate metodele se preferă tonografia și ventuza de sucțiune (Rosengren). Prima furnizează însă valoarea absolută, cealaltă valoarea relativă. Dar tonografia necesită întrebuintarea unor tabele de calibrare tonometrică încă lipsite de precizie; ventuza de sucțiune oferă rezultate mai sigure, dar metoda nu este încă standardizată.

PRESIUNEA ÎN VENELE LAMINARE

Ascher (1942) arată că venele laminare conțin umor apos. Ele sînt vizibile biomicroscopic, iar atunci cînd se varsă în venele episclerale ele au un dublu curent, sanguin de o parte și apos de alta, sau mai rar un triplu curent apos în centru și sanguin parietal (fig. 116).

Prin comprimarea unui vas receptor se constată un influx sanguin în umorul apos constituind semnul baghetei negativ. Dacă pătrunde umorul apos în venă este un influx apos semnul baghetei este pozitiv (fig. 117). Aceste fenomene sînt în funcție de diferențele presionale care există între venele sanguine și venele apoase. În ochii normali fenomenul este pozitiv în 50—65% din cazuri. Este negativ în glaucomul cronic simplu, dar redevine pozitiv după normalizarea tensiunii oculare. Negativitatea este explicată de compresiunea venelor vortiginoase determinată de hipertensiunea oculară.

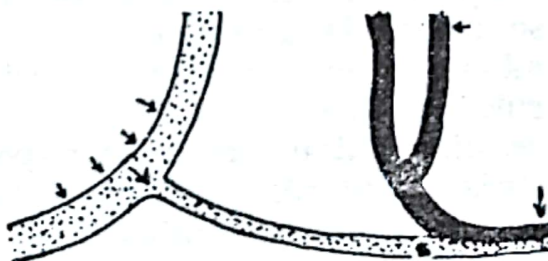


Fig. 116. Venele apoase.

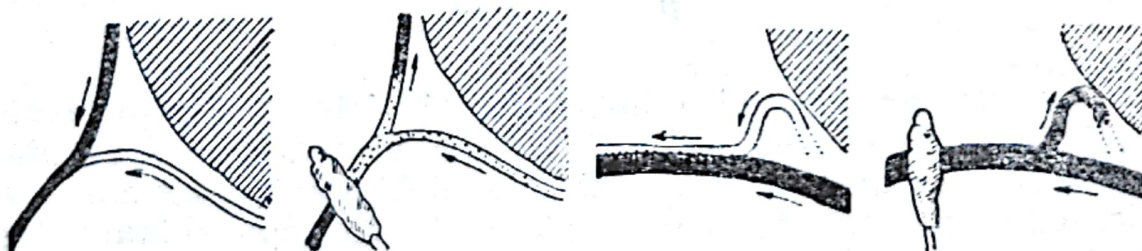


Fig. 117.

A — influx apos, semnul baghetei pozitiv; B — influx sanguin, semnul baghetei negativ.

Cu ajutorul camerei manometrice, Linner (1955) arată o presiune de 11,40 mm Hg, în venele apoase și 12,14 mm Hg, în venele conjunctivale. Presiunea venoasă episclerală nu se ridică în glaucom ci din contra ea diminuează.

VALOAREA FIZIOLOGICĂ A PRESIUNII OCULARE

Se utilizează termenul de valoare fiziologică a presiunii oculare și nu valoare normală deoarece din punct de vedere clinic presiunea internă a unui ochi poate prezenta valori crescute peste 15 mm Hg fără a influența funcția vizuală. De aceea Friedenwald propune utilizarea termenului de presiune normativă pentru a arăta că un ochi poate suporta o presiune statistic anormală, în timp ce altul nu poate tolera fiziologic o presiune statistic normală. Statistic privit, o distribuție normală sau gaussiană a presiunii oculare comportă o repartiție simetrică a valorilor de o parte și de alta a 15 mm Hg, care este frecvența cea mai mare. Cu tonometrul Schiötz, Weekers (1955), efectuând câte două determinări și îndepărtând din stu-

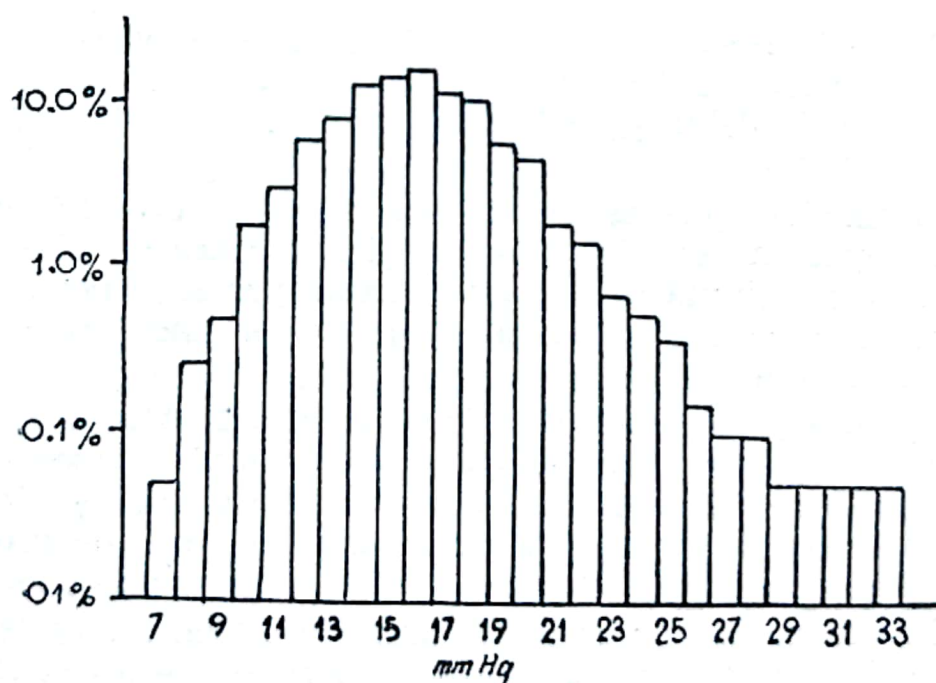


Fig. 118.

Distribuția presiunii oculare la subiecții normali cu tonometrul Goldmann (Hollows și Graham, 1966).

diu subiecții cu ametropii și cei cu rude cu glaucom chiar îndepărtate, arată că 46,5% din subiecți au presiunea oculară cuprinsă între 15—18 mm Hg, iar 26,7% între 18—21 mm Hg. Valoarea medie a tensiunii oculare este de $17,07 \pm 2,74$ (fig. 118).

Nordmann (1955) dă valoarea medie a presiunii oculare de $16,35 \text{ mm Hg} \pm 3,9$. Cifrele de 22—23 mm Hg trebuie considerate patologice, iar cele de 21—22 mm Hg ca suspecte.

Cu tonometrul Goldmann metoda devine mai precisă :

Tabel IX

Autorul	Anul	Media	a	m + 3 a
Goldmann	1957	15,45	2,52	23
Draeger	1959	14,5	2,8	22,9
Weekers	1959	16,3	2,50	23,8
Radian	1961	14,50	2,50	22
Graham	1964	16,3	3	25,3

Valorile presiunii oculare diferă puțin cu vârsta și sexul. Oftalmotonusul suferă variații în cursul aceleiași zile prin modificări de debit și rezistență, cu oscilații de 3—4 mm Hg (Drance, 1965).

O tensiune oculară egală sau superioară la 23 mm Hg trebuie oricum considerată patologică, iar cea de 21—22 mm Hg trebuie reținută ca suspectă. Aceste persoane pot face însă parte din mica majoritate a subiecților sănătoși cu tensiune fiziologică ridicată.

Variații provocate de debit și rezistență. Atunci când presiunea oculară se menține constantă la limita superioară a valorilor normale de 22 mm Hg și funcția vizuală și circulația papilară sînt normale, se poate recurge la probe de provocare pentru a ști dacă subiectul este sănătos sau glaucomatos.

În glaucomul cu unghi deschis se utilizează ca teste de provocare, testul cu apă, testul la cortizon, ventuza de sucțiune.

În glaucomul cu unghi închis se utilizează testul cu apă, testul la obscuritate și testul la homatropină.

IX. BIOMICROSCOPIA

Dintre toate metodele de examen ocular, biomicroscopia este cea mai uzuală și cea mai cuprinzătoare, reușind să abordeze la o mărire suficientă aproape toate structurile oculare. Ea reprezintă, în forma sa cea mai perfecționată, metoda examinării bazată pe principiul iluminării focale laterale. Este numită biomicroscopie pentru că dă mărimi apropiate de cele din histologie.

Împreună cu *microscopul cornean*, lampa cu fantă reprezintă un sistem de iluminare focală de o mare precizie și care poate pune în evidență cele mai fine modificări care apar în bolile oculare.

Ca metodă de examinare oculară, iluminatul focal lateral este cunoscut de la Karl Himly din Göttingen (1806) și introdus în practica curentă în secolul XIX de către von Graefe. De la forma sa cea mai simplă, bazată pe concentrarea unui fascicol de lumină, dat de o sursă luminoasă artificială, cu o lentilă biconvexă de $+13$ D pe suprafața de examinat, ale cărei detalii sînt mărite de 6—10 ori cu ajutorul unei lupe, metoda s-a perfecționat tehnic continuu și în 1911 Allvar Gullstrand imaginează primul model de lampă cu fantă, care folosește ca sursă de lumină o lampă Nernst. Fascicolul de lumină, trecut printr-o fantă, este focalizat pe ochi cu un sistem de lentile convergente. Lentila de iluminat, ținută la început cu mîna, este introdusă de Henker (1916) în același braț cu fanta și cu sursa de lumină.

Fără să se modifice principiul modelului original al lui Gullstrand, s-au adus o serie de îmbunătățiri tehnice, astfel: realizarea rotației coaxiale a sistemului de iluminare și a microscopului (Koepe, 1923); solidarizarea lor împreună pentru a rămîne în focar (Finchman, 1924). În 1933 Comberg

realizează dispunerea verticală a sistemului de iluminat și introduce o prismă, care orientează orizontal fascicolul de lumină. Modelele cele mai moderne ale lămpii cu fantă dispun de sisteme de reglare fină a lămpii și microscopului concomitent, fanta poate fi orientată vertical, oblic sau orizontal și pot fi adaptate pentru tonometrie, gonioscopie, examenul fundului de ochi.

Principiul metodei. Un con de lumină este proiectat pe structura de examinat, astfel că ea este iluminată puternic și iese în evidență cu o claritate specială, în timp ce zonele din jur sînt în umbră.

Aparatură. Indiferent de modelul său, lampa cu fantă este alcătuită din două elemente principale: un sistem de iluminat, prevăzut cu un mecanism de fantă și un sistem de examinat, microscopul cornean.

Sistemul de iluminat poate fi de tip Gullstrand, în care imaginea filamentului lămpii este focalizată pe ochi, sau de tip Vogt, în care fanta servește numai ca diafragm ce controlează mărimea fascicolului de lumină, iar imaginea filamentului lămpii se formează pe fața posterioară a lentilei de iluminat și se obține pe ochi un câmp uniform iluminat. Cu sistemul Vogt se obține o fantă optică de 20μ grosime. Mersul razelor în cele două sisteme de iluminat este reprezentat în fig. 119.

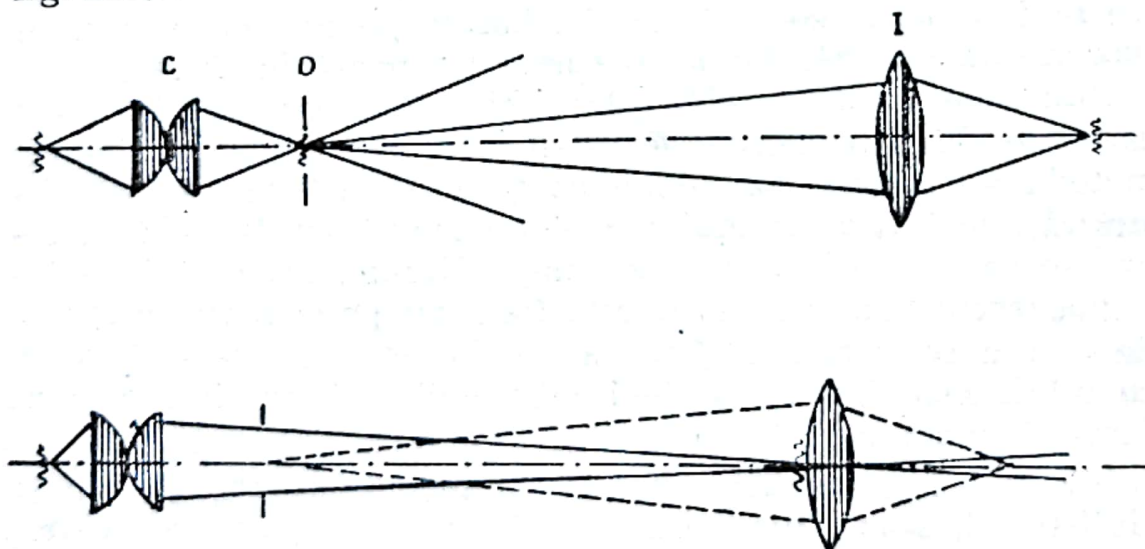


Fig. 119.

Mersul razelor de lumină în cele două sisteme de iluminat. I — sistemul de iluminare Gullstrand; II — sistemul de iluminare Vogt; C — sistemul de lentile colectoare; D — fantă; I — lentila de iluminat.

Tehnica de examinare. Aparatul poate fi folosit pentru :

- examinarea focală a polului anterior, îmbinând cele 6 metode clasice de iluminare : iluminare difuză, iluminare directă, retroiluminare, examinarea zonelor de discontinuitate optică, iluminare laterală indirectă, iluminare oscilatorie ;
- determinarea grosimii și profunzimii structurilor oculare și în special pentru grosimea corneei și profunzimea camerei anterioare ;
- examenul focal al unghiului camerular prin gonioscopie ;
- iluminare focală a vitrosului posterior și a fundului de ochi ;
- fluorometrie.

EXAMINAREA FOCALĂ A POLULUI ANTERIOR

Se poate face dirijând fascicolul de lumină sub un unghi obtuz pe suprafața de examinat, care apare iluminată difuz pe o întindere mare, neputându-se aprecia detalii. Este metoda *iluminării difuze*, folosită pentru examinări de ansamblu.

În *iluminarea focală* un fascicol de lumină puternic focalizat este proiectat oblic pe zona de examinat și trecând prin mediile oculare transparente este mai mult sau mai puțin transmis, dispersat omogen sau neomogen, după structura lor, punându-se astfel în evidență diferențe foarte mici în structura mediilor.

Prin *retroiluminare* lumina este proiectată pe un țesut opac, înapoia structurii de examinat, de unde este reflectată și luminează dinapoi înainte țesutul ce trebuie văzut.

La nivelul suprafețelor de discontinuitate optică dintre medii cu indice de refracție diferit, fascicolul de lumină este reflectat neregulat din cauza imperfecțiunii suprafețelor. Această reflexie neregulată servește pentru aprecierea celor mai mici neregularități ale suprafețelor corneei și cristalinului după metoda preconizată de Vogt (metoda zonelor de discontinuitate optică).

Iluminarea laterală indirectă se obține prin concentrarea spotului luminos la marginea structurii de examinat, care este iluminată în totalitate (stroma iriană, limbul cornean sau corneea).

Imprimind fascicolului de lumină mici oscilații (*iluminare oscilatorie*), se pot evidenția în vitros și umorul apos filamente sau formațiuni foarte mici.

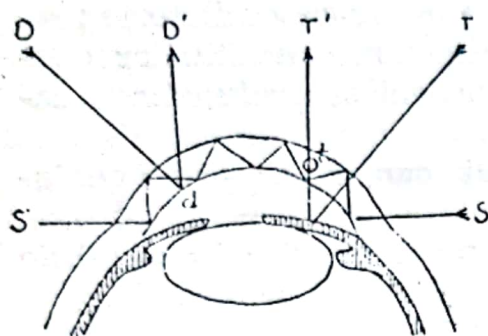


Fig. 120.

Metode de iluminare. DD' — mersul razelor în iluminarea directă a lui d; TT' — mersul razelor în retroiluminarea unei leziuni corneene t, prin lumina reflectată de la iris; SS' — iluminare laterală indirectă a corneei.

Mersul razelor în diferitele metode de examinat sînt figurate schematic în fig. 120.

Nu insistăm asupra tehnicii propriu-zise de manipulare a aparatului și de examinare, ci vom sublinia doar indicațiile fiecărei metode de iluminat, aplicată la structurile polului anterior:

— examenul conjunctivei se face în lumină difuză și se completează prin folosirea coloranților vitali;

— corneea, în iluminare focală cu fantă, are forma unei prisme trunchiate, pe care se pot evidenția toate straturile și se pot aprecia modificările de transpa-

rență și grosime. Prin retroiluminare de pe iris se cercetează modificările edematoase din epiteliu și endoteliu și vasele de neoformație. Edemul epitelial poate fi apreciat prin studiul zonelor de discontinuitate optică;

— umorul apos realizează normal un spațiu optic gol. Modificările din stările patologice se evidențiază prin iluminare oscilatorie. Pentru aprecieri cantitative s-au folosit coloidometrul Rönne (1936) și fotometrul Tyndall al lui Huber (1947) și Steiger (1948), adaptate la lampa cu fantă;

— irisul se examinează prin iluminare directă pentru aspectul suprafeței; prin iluminare indirectă se apreciază hemoragiile, sfincterul, neoformațiile transparente sau opace, iar prin retroiluminare se evidențiază găurile, rupturile și alterările pigmentare ale păturilor posterioare;

— cristalinul se examinează prin iluminare directă pentru straturile arhitecturale; în lumina reflectată de zonele de discontinuitate optică, capsula anterioară are un luciu special „shagreen“, dat de neregularitățile capsulei și epiteliului subcapsular, care se accentuează mult și capătă reflexe poli-

crome prin dispersia luminii în cataractele complicate. Prin retroiluminare de pe suprafața posterioară a cristalinului se văd depozitele pigmentare, vasele de neoformație și resturile de membrană pupilară de pe cristaloida anterioară ;

— partea anterioară a vitrosului se examinează prin iluminare oscilatorie, cu un unghi ascuțit între raza de iluminare și axul microscopului.

APRECIEREA CANTITATIVĂ A GROSIMII CORNEEI ȘI ADÎNCIMII CAMEREI ANTERIOARE

Aceste examinări sînt posibile la lampa cu fantă prin adaptarea unor dispozitive speciale. Se cunosc astfel mai multe metode :

— prin apreciere cu o viză calibrată a excursiei necesare pentru a focaliza lumina pe două planuri ce mărginesc structura de examinat (pentru camera anterioară cele două planuri sînt fața posterioară a corneei și cristaloida anterioară). Metoda dă o apreciere optică și nu una anatomică reală, pentru că intervin refracția suprafeței corneei și mediilor optice, care dau o imagine virtuală, mărită și deplasată spre suprafața corneei a tuturor structurilor. Camera anterioară este aparent mai mică cu această metodă. Metoda a fost folosită în 1872 de Donders ;

— metodele optice folosesc prisme total refractante, introduse în ocularul microscopului (Reader, 1922), cu care se focalizează pe corneă și pe marginea pupilară. Se recurge fie la duplicarea imaginii prin rotația unei plăci transparente, introdusă în sistemul optic după metoda Behr (1948), fie la un sistem optic sfero-cilindric introdus în raza incidentă, reglat așa fel ca un focar al unui cilindru să se formeze pe suprafața cea mai anterioară iar celălalt să fie apoi fixat pe suprafața cea mai profundă. Ajustarea necesară pentru a trece de la un focar la altul dă valoarea profunzimii ;

— Bleeker (1960—1961) introduce metoda fotografică pentru aprecierea adîncimii, cu o cameră fotografică plasată lateral la 64° (fig. 121).

EXAMINAREA FOCALĂ A UNGHIULUI CAMERULAR PRIN GONIOSCOPIE

Metoda gonioscopică face posibilă examinarea structurilor din unghiul camerular, care devin evidente cu ajutorul unei lentile de contact, prin care raza de iluminat a lămpii cu fantă este reflectată în unghi de o oglindă (vezi pag. 165).

ILUMINAREA FOCALĂ A VITROSULUI POSTERIOR ȘI A FUNDULUI DE OCHI

Examinarea se face la lampa cu fantă, cu pupila larg dilatăată, folosind o lentilă de contact sau interpunând în calea fascicolului de raze reflectat o lentilă divergentă (lentila Hruby) sau una convergentă puternică. Toate au rolul de a forma imaginea în interiorul focarului microscopului, așa cum se vede în fig. 122.

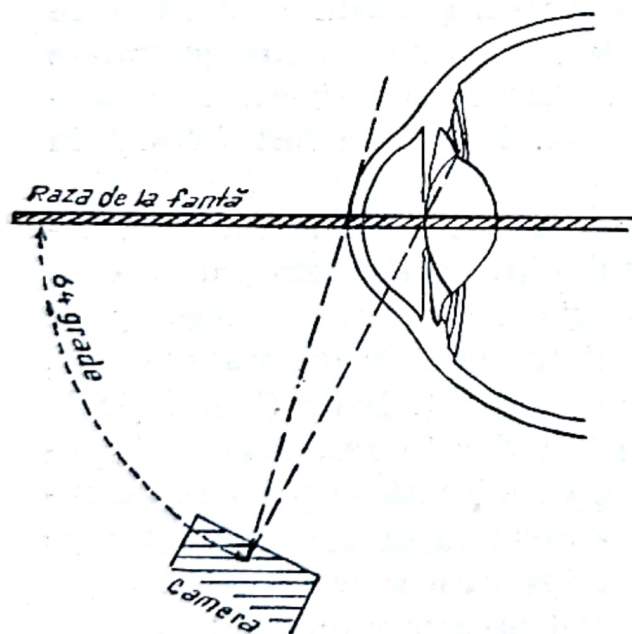


Fig. 121.

Metoda fotografică pentru aprecierea adâncimii camerei anterioare (după Duke-Elder).

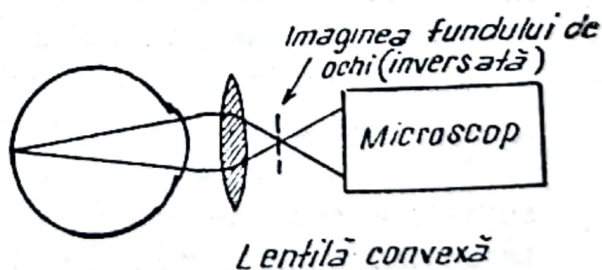
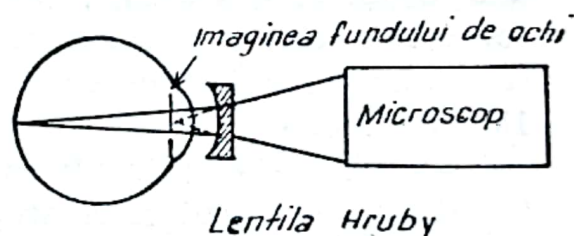
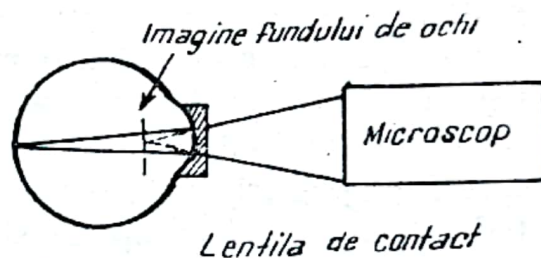


Fig. 122.

Imaginea fundului de ochi obținută cu lentila de contact, lentila Hruby și lentila convexă.

Lentila de contact se aplică pe corneea anesteziată și folosind o soluție de metilceluloză 2% se îndepărtează bulele de aer dintre corneă și lentilă. Partea posterioară a vitrosului și

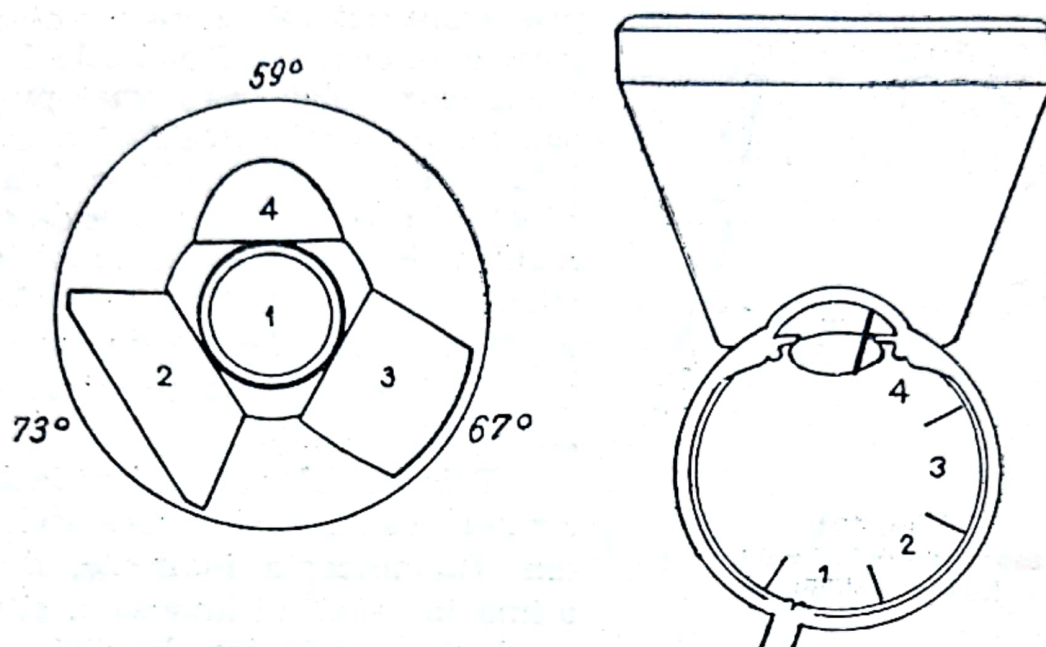


Fig. 123.
Lentila de contact Goldmann.

partea centrală a fundului de ochi se examinează prin lentila care formează baza gonioscopului Goldmann.

Așa cum se vede în fig. 123 lentila cu trei oglinzi Goldmann permite examinarea tuturor structurilor oculare :

- unghiul sclero-cornean, pars planum ciliar și vitrosul foarte periferic cu oglinda 4, înclinată la 59° ;
- regiunea periferică a retinei cu oglinda 3, înclinată la 67° ;
- zona ecuatorială a retinei cu oglinda 2, înclinată la 73° ;
- partea axială a vitrosului și fundului de ochi cu oglinda 1, din baza lentilei de contact.

Examenul periferiei retinei fiind dificil de realizat în practică din cauza proprietăților optice particulare ale regiunii ecuatoriale a cristalinului, Goldmann și colab. adaugă la

sticla cu trei oglinzi un depresor scleral mobil. Cu ajutorul lui se obține la lampa cu fantă o indentație sclerală a zonei periferice de examinat (fig. 124).

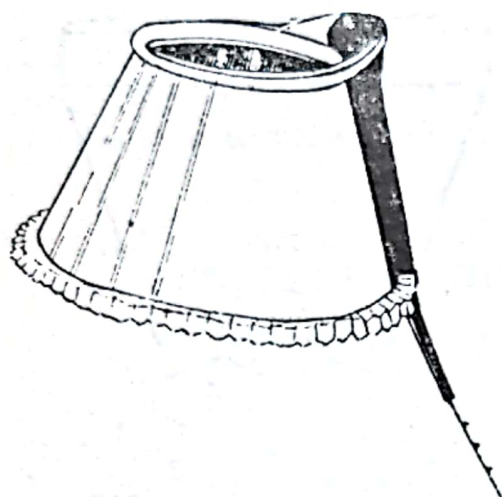


Fig. 124.
Depresor scleral montat pe
lentila Goldmann.

LENTILA HRUBY (—55 D). are avantajul că nu se aplică pe corneea și poate fi folosită la bolnavii care colaborează mai puțin sau au o sensibilitate mai deosebită, sau în cazul globilor foarte hipotoni care fac ușor cute desemetice, jenante la examenul cu sticla de contact. Imaginea obținută cu această lentilă divergentă este mai mică decât cea dată de lentila Goldmann.

Tehnica folosită cu lentila biconvexă este asemănătoare aceleia din oftalmoscopia indirectă, dând o imagine reală și inversată, situată la 16 mm în fața lentilei.

STICLA AL. RADIAN (1959) poate fi folosită ca lentilă de contact pentru gonioscopie, la examenul biomicroscopic al fundului de ochi ca și în oftalmoscopia miopiilor foarte peste 30 de dioptrii. Lentila este un trunchi de prismă șlefuită în sticlă sau plexiglas.

Indiferent de tehnică, unghiul dintre axul microscopului și raza de iluminare trebuie să fie mic pentru fundul de ochi și puțin mai larg pentru vitrosul posterior.

Vitrosul normal. La biomicroscop vitrosul apare cu o alternanță de benzi clare și benzi întunecate, mai mult sau mai puțin transparente formând membrane sinuoase vizibile la mișcările globului ocular. La același subiect aspectul este întotdeauna identic. Aceste alternanțe de membrane strălucitoare separate prin benzi mai întunecate formează o structură complexă în care Busacca (1966) descrie :

- sistemul central, vestigiul al canalului hialoidian ;
- sistemul lamelar-plicat ;
- sistemul sacular și al lacunelor ;
- sistemul radial principal (fig. 125).

Sistemul central este reprezentat de vestigiul canalului lui Cloquet. Canalul lui Cloquet, situat median, are diametrul de 1—2 mm în partea sa centrală. El se lărgeste la cele două extremități; lărgirea anterioară este mai mare decât cea posterioară. Conținutul canalului este optic vid, deoarece vitrosul primitiv este transparent și mai lichid decât vitrosul definitiv. Mai pot persista vestigii ale sistemului hialoidian sub forma unor mici filamente situate în urma cristaloidei posterioare, în centrul canalului, sau prepapilar. Artera hialoidiană poate fi uneori permeabilă înconjurată de un manșon glial alb.

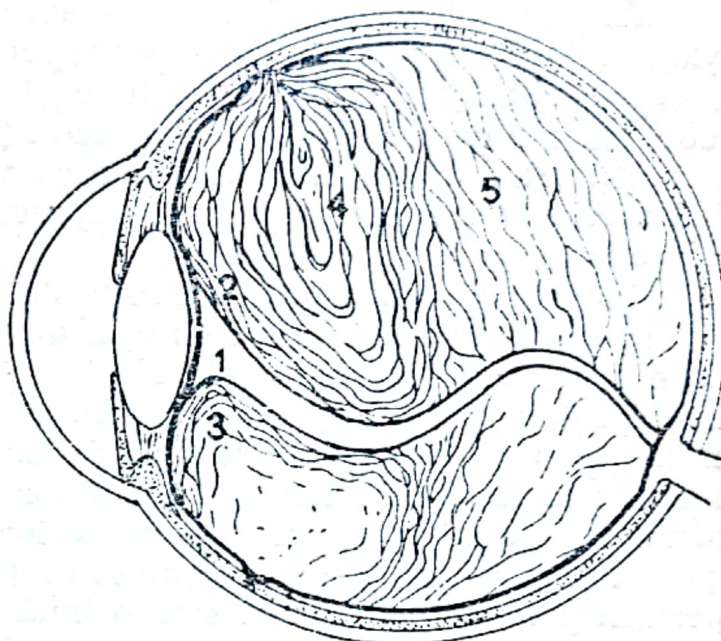


Fig. 125.

Aspectul biochimic al vitrosului : 1 — canalul lui Cloquet ; 2 — plicata superioară ; 3 — plicata inferioară ; 4 — regiunea saculară ; 5 — sistemul radial principal.

Sistemul lamelar plicat este format dintr-un grup superior și un grup inferior de condensări pseudo-membranoase suprapuse și orientate concentric către canalul lui Cloquet.

Sistemul sacular. Benzile pseudo-membranoase pornesc periferic din ce în ce mai posterior. Ele descind și urcă mai vertical, descriind o curbă a cărei convexitate este orientată spre canalul lui Cloquet, apoi se îndepărtează simetric. Aceste benzi suprapuse iau aspectul învelișului concentric al unui bulb de ceapă. Regiunea saculară superioară este mai dezvoltată decât cea inferioară. Ea depășește în jos axul vizual, deoarece la acest nivel canalul lui Cloquet descinde cu 6 mm sub axa vizuală.

Sistemul radial principal este format dintr-o serie de benzi verticale care merg de la cortex la canalul lui Cloquet.

Cortexul este format dintr-o condensare periferică a vitrosului, dificil de constatat în condiții fiziologice. El este aderent de retină și este vizibil la biomicroscop numai în cazuri de decolare posterioară de vitros.

Această topografie biomicroscopică prezintă numeroase variații individuale. Dar ea se suprapune imaginilor microscopice obținute prin secțiuni sagitale și frontale ale vitrosului cunoscute și descrise încă de Salzmann (1912) și Redslob (1932).

Vitrosul patologic. În examinarea vitrosului se cercetează lichefierea, decolarea posterioară, precum și diferite aspecte ale inflamațiilor vitreene.

Lichefierea vitrosului se întâlnește în diferite agresiuni ca inflamații, hemoragii, corpi străini, unde se produce o degradare a acidului hialuronic și aglutinarea fibrelor colagene. În interiorul vitrosului apar spații ocupate de un lichid asemănător umoarei apoase. În urma cristalinului se vede un înveliș vitrean anterior, iar mai posterior apar zone optic vide. Mergând cu microscopul mai posterior se vede din nou o bandă vitreană normală în contact cu planul retinian. Aceasta permite de a aprecia dacă este o bulă de umoare apoasă intravitreană sau o decolare posterioară de vitros cu colaps. Lichefierea primitivă a vitrosului se accentuează, pînă ce lichidul ocupă cea mai mare parte din cavitatea vitreană. După un oarecare timp nu rămîne decît un înveliș de vitros degenerat unde trama colagenă

modificată este înconjurată de o zonă optic vidă plină cu umoare apoasă. Evoluția este de obicei spre decolare posterioară de vitros.

Decolarea posterioară de vitros. Ca tehnică de examinare se utilizează sticla cu 3 oglinzi, de preferință lentila lui Goldmann și se examinează discul optic. Se retrage apoi microviza, raza de lumină trece printr-un spațiu optic vid pînă ce ea întâlnește linia strălucitoare a hialoidei posterioare. După

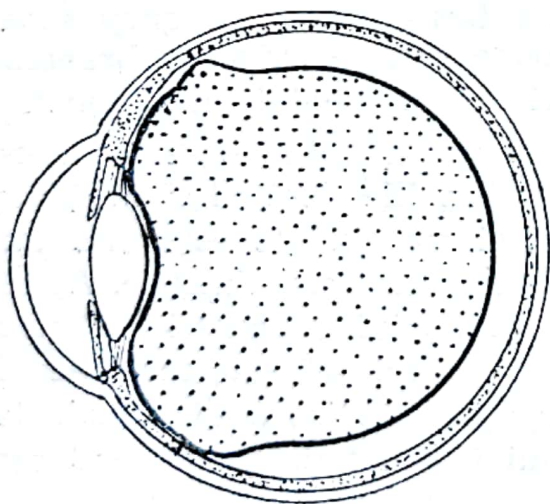


Fig. 126.
Decolare posterioară de vitros fără colaps.

aspectul vitrosului, al limitentei sale posterioare și a conținutului spațiului retro-vitreal, se pot face aprecieri asupra tipului de decolare posterioară de vitros :

— în decolarea de vitros fără colaps, care apare la tineri după traumatisme, pe un vitros cu o structură normală, biomicroscopic se constată vitrosul retro-cristalinian cu structură normală, hialoida posterioară este regulată, de formă hemisferică, cu convexitatea posterior și spațiul decolării este optic vid (fig. 126).

— în decolarea de vitros cu colaps, care apare pe un vitros modificat structural (lichefiat, deshidratat), hialoida posterioară este patologică, plisată, retractată, cu hematii și pigment pe suprafața sa, iar în spațiul decolării se găsește un lichid tulbure. Hialoida posterioară are forma unui S alungit ce pleacă de la ora serrata superior, descrie o primă curbă verticală cu concavitatea posterior aproape la înălțimea ariei vizuale, apoi o a doua curbă cu concavitatea anterior ce se pierde în masa vitreană inferioară. Uneori se poate vedea pe hialoida posterioară inelul vitrean corespunzând vechii inserției a vitrosului pe papilă (fig. 127).

Examenul fundului de ochi cu tehnicile de biomicroscopie permite vizualizarea plan cu plan a tuturor modificărilor retiniene situate înaintea epiteliului pigmentar, localizarea lor exactă și studiul foarte amănunțit al regiunii maculare. Detaliile pe care această tehnică de examinare le poate fur-

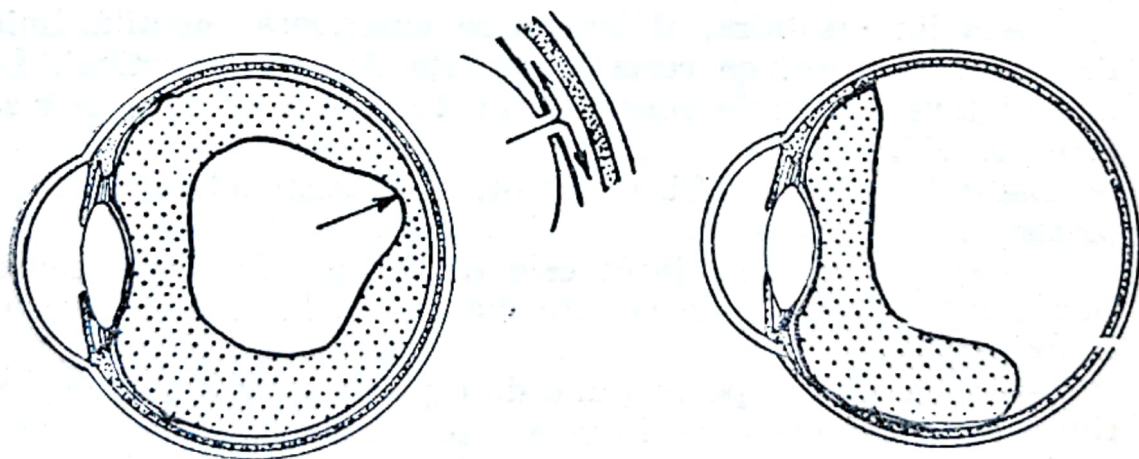


Fig. 127.

Constituirea decolării posterioare de vitros cu deschiderea cavității lichidiene centrale în spațiul interhialoido-retinian (schematic după Haut și Limon).

niza sînt așa de importante și de precise, comparativ cu posibilitățile oftalmoscopiei, încît se afirmă că a examina o maculopatie fără biomicroscop e ca și cînd ai examina o corneă fără lampa cu fantă.

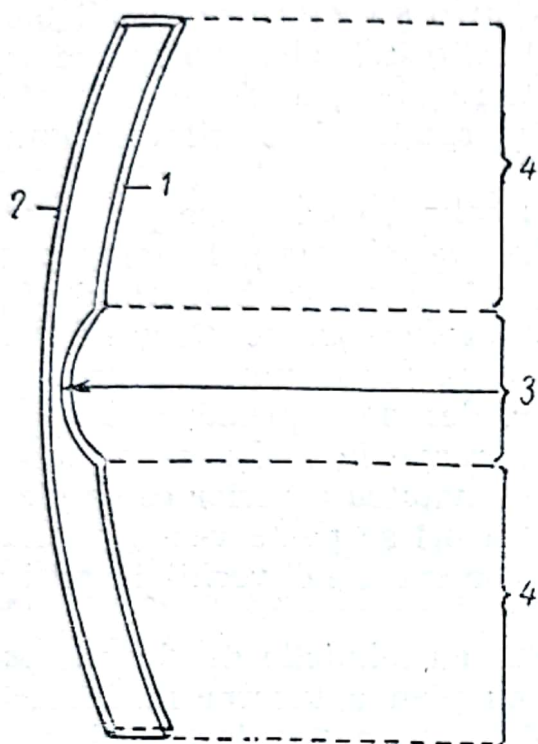


Fig. 128.

Schema secțiunii biomicroscopice a maculei normale (după Busacca):
1 — linia de profil anterior; 2 — linia de profil posterior; 3 — limita între foveolă și aria maculară peri-foveolară; 4 — limitele periferice ale maculei.

În stare normală, la nivelul maculei, fanta optică ce se obține la biomicroscop prezintă următoarele elemente:

- o linie subțire, strălucitoare anterioară, numită linia de profil anterior, ce corespunde feței interne a retinei. La nivelul foveei centrale concavitatea liniei de profil anterior se accentuează;

- o linie de profil posterior, ce corespunde epiteliului pigmentar;

- spațiul cuprins între cele două linii de profil corespunde retinei senzoriale și este mai redus la nivelul foveolei centrale;

- zona situată pe secțiune de o parte și de alta a depresiunii centrale foveolare formează aria maculară pericentrală și linia ce le desparte este numită linia marginală a foveolei.

În aria centrală, retina, alcătuită numai din elemente senzoriale, este perfect transparentă și permite să se vadă epiteliul pigmentar, în timp ce în aria pericentrală, secțiunea

optică este alcătuită din linia de profil anterior, planul capilarelor retiniene și linia de profil posterior. Doar în stări patologice, când ecranul format de epiteliul pigmentar dispăre, se poate vedea înapoia liniei de profil posterior, planul vaselor mari coroidiene.

Modificările de grosime și de transparență ale retinei se traduc prin :

- dispariția concavității ariei centrale cu aplatisarea sau înlocuirea ei cu o linie convexă anterior ca în retinopatia seroasă centrală (aspect de arc de Cupidon) ;

- linia de profil anterior convexă și dedublată la nivelul maculei ca în chistele maculare ;

- linia de profil anterior întreruptă la nivelul ariei centrale cu sau fără extindere la aria pericentrală, după caz, ca în găurile maculare ;

- îngroșarea secțiunii optice difuz sau pe o zonă limitată ca în edemul retinian ;

- leziuni ce interesează continuitatea liniei de profil posterior ca în retinopatia seroasă centrală cu fistulă sau prin infiltrarea de neo-vase coroidiene în planul epiteliului pigmentar ;

- opacifierea într-o anumită zonă a secțiunii optice cu sau fără îngroșare, în exsudate, hemoragii sau tumori ale retinei.

Cu aceeași tehnică, dar adăugînd un reticul în ocularul biomicroscopului se pot face aprecieri cantitative asupra întinderii excavației papilare, a raportului cap/disc, utile în diagnosticul și urmărirea evoluției glaucomului.

Examenul biomicroscopic al fundului de ochi poate fi efectuat atît în lumina albă cît și cu filtre aneritre sau cu filtru de cobalt, ultimul avînd indicație pentru studiul retenției de fluoresceină în edemele maculare.

FLUOROMETRIA

- Este metoda de apreciere calitativă sau cantitativă a fluorescenței umoarei apoase după injecția intravenoasă a 2 ml de fluoresceină sodică 10% (Amsler și Huber, 1946). După timpul de apariție a fluorescenței, intensitatea ei și timpul de dispariție se pot trage concluzii asupra permeabilității ba-

rierei sînge-umor apos, în stări normale și patologice și a permeabilității formațiunilor din unghiul camerular în glaucom (Goldmann, Hager, 1949—1952).

În concluzie, biomicroscopia este o metodă curentă și de valoare în examinarea oftalmologică, care permite evidențierea unor modificări foarte discrete, abia incipiente, în structura mediilor oculare, care nu pot fi apreciate prin alte metode clinice, ci numai prin metode optice și pe care procedeele histologice le mutilează.

Metoda nu înlocuiește studiul clinic, ci îl completează și îl amplifică, făcînd abordabile teritorii inaccesibile sau puțin accesibile prin alte metode.

X. OFTALMOSCOPIA

Este metoda obiectivă de examinare oculară, bazată pe principiul optic al focarelor conjugate, care permite, datorită transparenței mediilor oculare, observarea directă a retinei, capului nervului optic și în parte a coroidei, precum și aprecierea mediilor transparente. Un observator plasat în calea razelor de lumină reflectate de pe fundul ochiului poate percepe, folosind un sistem oarecare de mărire, imaginea parțială sau totală a acestuia.

Încă din 1704 datează observația că dacă se scufundă în apă capul unei pisici, vasele retiniene devin vizibile. Aceasta este consecința abolirii refracției corneene și deci invizibilitatea detaliilor fundului de ochi se datorește sistemului refractiv al ochiului. Începuturile oftalmoscopiei sînt legate de numele lui Helmholtz, care elaborează în 1851 primul oftalmoscop și lămurește principiile optice ce guvernează mersul razelor în și din ochi. El introduce metoda oftalmoscopiei directe și un an mai târziu, în 1852, Ruete dezvoltă metoda indirectă. Perfecționările tehnice ulterioare au îmbunătățit iluminarea și puterea de mărire și în 1885 Dennett introduce în America oftalmoscopul electric, care ajunge să fie generalizat la începutul secolului XX.

Între 1889 și 1912 se introduce oftalmoscopia fără reflex (Dimmer, Thorner și Wolff), oftalmoscopia binoculară (Thorner, Gullstrand) și fotografia oftalmoscopică (Dimmer și Wolff), Vogt (1913—1925) folosește oftalmoscopia în lumină cu spectru limitat iar din 1950 Ridley introduce oftalmoscopia electronică.

Principiul metodei se bazează pe principiul optic al focarelor conjugate. Nu-l vom mai prezenta în detaliu, fiind trecut în toate tratatele clasice și vom ilustra doar prin două

scheme modul de formare a imaginii fundului de ochi în cazul oftalmoscopiei directe (fig. 129), și în cea indirectă (fig. 130).

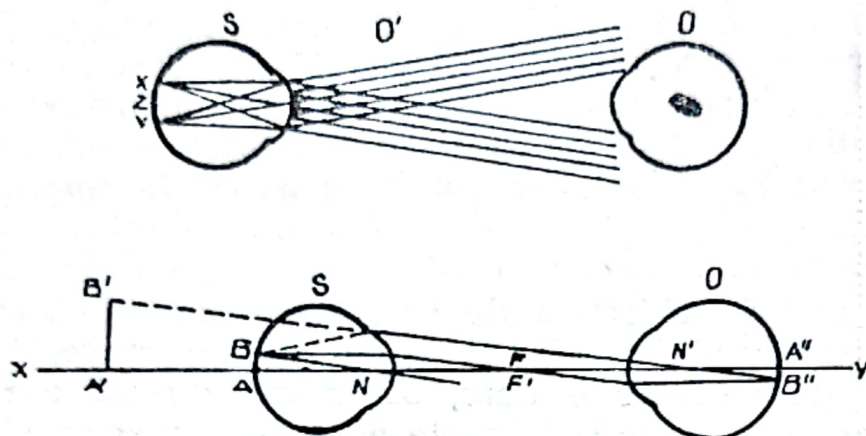


Fig. 129.

Principiul optic al oftalmoscopiei directe.

Aparatură. Oftalmoscopul electric este alcătuit dintr-o sursă de lumină, plasată în mînerul aparatului, situată în focarul unei lentile convergente prin care trecând fascicolul de raze este dirijat paralel spre un diafragm (reglabil la aparatele moderne) și ajunge la o a doua lentilă convergentă, de unde cade pe o oglindă dispusă în unghi de 45° , care-l deviază în unghi drept și îl proiectează prin pupila ochiului de examinat, pe o zonă oarecare a retinei. Schema acestui sistem optic este reprezentată în fig. 131.

Aparatul este prevăzut cu filtre pentru lumină aneritră și cu un sistem de fantă. Se poate folosi cu iluminare difuză sau cu iluminare în spot.

Oftalmoscoapele fără reflex sînt prevăzute cu sistemul ce înlătură reflexul cornean, care dă dificultăți în examenul cu pupilă nedilatăată al regiunii maculare. Sistemul se bazează fie pe separarea sistemului de iluminat de cel de observat cu ajutorul unei prisme, fie prin folosirea luminii polarizate.

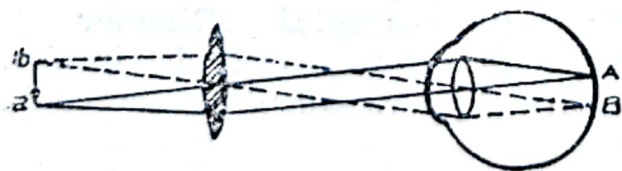


Fig. 130.

Principiul optic al oftalmoscopiei indirecte.

Oftalmoscopul cu lumină indirectă permite examinarea regiunii din

jurul zonei puternic iluminate. Aceasta e posibil folosind o lumină laterală indirectă. Tehnica scoate în evidență mai ales modificările de relief.

Fotografia oftalmoscopică poate fi realizată cu diverse tipuri de aparate, care folosesc un flash electronic, ce realizează o intensitate de lumină foarte mare și o expunere instantanee pentru a elimina mișcările involuntare ale ochiului. Fotografia în infraroșu permite penetrarea fascicolului luminos prin opacități cristaliniene sau ale vitrosului (Koch, Hansell, Beenson).

Oftalmoscopia electronică permite, prin folosirea unui tub catodic, realizarea unor fotografii la o mărire și o iluminare nelimitată.

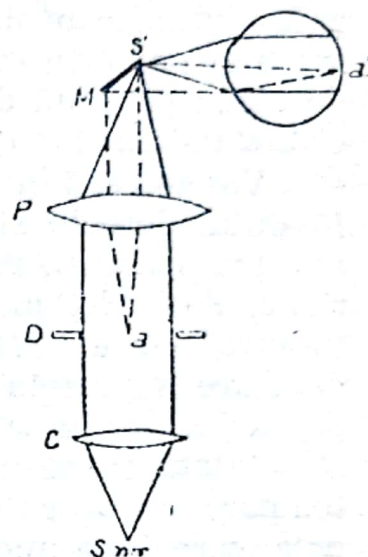


Fig. 131.
Sistemul optic al unui oftalmoscop electric.

Tehnica de examinare. Bolnavul este plasat în camera obscură, la 1 m în fața examinătorului (pentru oftalmoscopia indirectă). Se proiectează cu o oglindă concavă, prevăzută cu un orificiu central, un fascicol de lumină de la o lampă situată lateral de subiect, în câmpul pupilar și cu o lentilă de +13 D, plasată în fața ochiului subiectului la aproximativ 7 cm, se execută mișcări antero-posterioare pînă ce imaginea fundului de ochi devine clară.

În cazul oftalmoscopiei directe, distanța între ochiul examinătorului, în fața căruia este plasat aparatul și ochiul subiectului este foarte mică. Examinarea se face cu pupila dilatăată și se cercetează în ordine papila, regiunea maculară, spațiul intermaculo-papilar și sistematic întreaga periferie a retinei pînă la ora serrata, cadran cu cadran, cerînd bolnavului să-și dirijeze privirea spre limitele extreme ale mișcărilor globului. Ne putem uneori ajuta de tehnica lui Trantas : bolnavul culcat, cu ochiul anesteziat, se fac mici presiuni pe scleră, pe zona de examinat cu un depresor scleral, care permite vizualizarea mai bună a periferiei. Cea mai bună vizualizare a regiunilor periferice ale retinei se obține însă cu

sticla de contact Goldmann, ale cărei oglinzi laterale permit examinări pînă la pars planum ciliar.

Rezultate. Discul optic este partea cea mai proeminentă a fundului de ochi, rotund sau ovalar, cu margini nete, contrastînd net prin culoarea sa față de culoarea roșie a fundului de ochi; prezintă de examinat depresiunea centrală cu lamina criblata și emergența arterelor și venelor retiniene.

Vasele retiniene, divizate dichotomic pînă la periferia fundului de ochi și dirijate după fiecare cadran, prezintă pereți transparenți, reflexul roșu intens fiind dat de coloana de sînge. Arterele, mai înguste, prezintă central o dungă longitudinală cu un reflex strălucitor, dat de reflectarea luminii de către suprafața cilindrică convexă a coloanei de sînge și de media vasului (Dimmer și Wilmer).

Aflată în axul optic al ochiului la doi diametri papilari temporal și ușor inferior de papilă, se individualizează macula, o regiune mică circulară, de culoare roșie mai intensă cu o mică depresiune centrală, marcată de un punct cu un reflex strălucitor, mai evident la tineri, foveola. În rest fundul de ochi este de culoare roșie uniformă, aspectul variînd cu gradul de pigmentare al retinei și coroidiei.

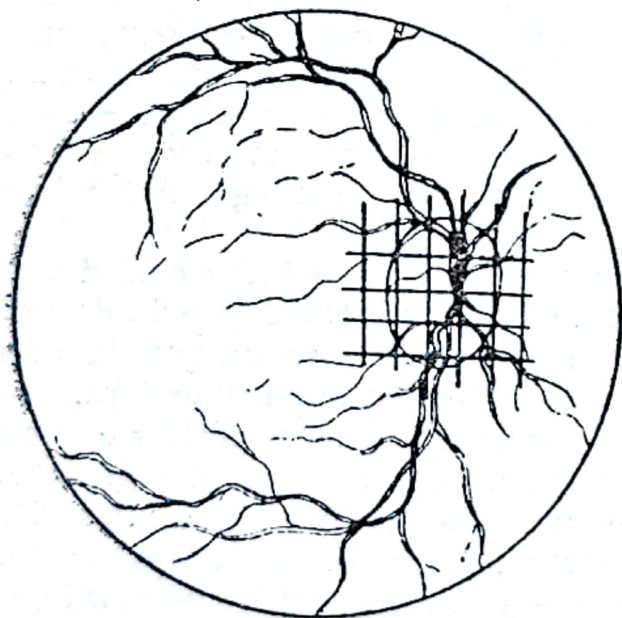


Fig. 132.

Proiectarea oftalmoscopică a unei grile măsurătoare pe fundul de ochi.

Folosind, cu ajutorul filtrelor, lumina aneritră, cu o putere mică de penetrare, se obține vizualizarea retinei, transparență la lumina albă și alterînd examenul în lumină albă și în lumină aneritră se pot diferenția cu ușurință modificările ce apar în retinei de cele ale coroidiei și se pot aprecia, într-un stadiu precoce, alterările fibrelor nervoase ale retinei, care apar îngroșate și separate între ele de edem în inflamațiile acute. Vasele se văd

negricioase pentru că hemoglobina absoarbe extremitatea albastră-violet a spectrului.

Lumina galben-verde servește pentru aprecierea celor mai fine ramuri ale arborelui vascular și în mod deosebit pentru studiul sclerozei arteriolare în regiunea maculară (Ballantyne, 1937).

Lumina roșie, cu o putere mică de penetrație în straturile retinei și coroidei, scoate în evidență pigmentația și este folosită în studiul degenerescențelor maculare senile și pentru punerea în evidență a excrescențelor coloidale.

Oftalmoscopia permite nu numai aprecieri calitative dar și cantitative ale modificărilor constatate la examenul fundului de ochi. Folosind ca unitate de măsură mărimea discului papilar (aproximativ 1,5 mm) se pot evalua: dimensiunile unei leziuni, situația ei față de principalele repere anatomice ale fundului de ochi (papilă, maculă, vasele mari). Introducerea unui reticul pe suprafața anterioară a sistemului de lentile condensatoare, permite proiectarea pe fundul de ochi a unei scale, cu ajutorul căreia se fac aprecieri de ordin linear de foarte mare exactitate (fig. 132). Tehnica a fost sugerată de Ruete (1852) și Donders (1854).

În deslipirea de retină mai ales, corpii străini intraoculari și tumori, localizarea este util de făcut în raport cu sclera, apreciindu-se meridianul și latitudinea față de limb sau disc, folosind reperele anatomice date de schema lui Arruga (fig. 133).

Cercul de latitudine se apreciază prin estimarea vizuală a numărului de diametri papilari dintre zona interesată și ora serrata, știind că distanța papilă-ecuator este de 7

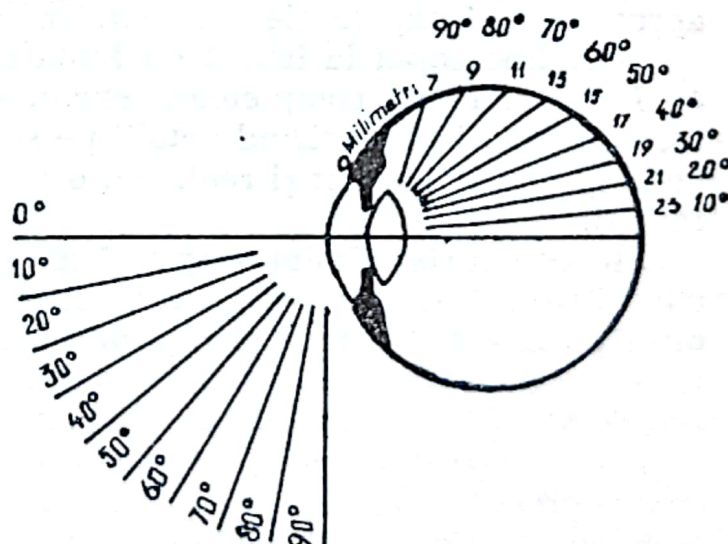


Fig. 133.
Relația între unghiul perimetric și distanța de retină de la limb (Arruga).

diametri papilari, iar distanța papilă-ora serrata este de 11 diametri papilari. Transformînd apoi diametrii papilari în milimetri ($1 \text{ DP} = 1,5 \text{ mm}$) și adăugînd 8 mm (distanța dintre ora serrata și limb) sau 14 mm (distanța dintre limb și ecuator) se obține situarea punctului față de limb. Aprecierea meridianului se face după metoda orelor de pe cadranul ceasornicului. O metodă mai laborioasă este aceea de măsurare a longitudinii și latitudinii folosind un arc perimetric, atașat la oftalmoscop.

Profunzimea leziunilor este un al treilea parametru ce poate fi apreciat cu ajutorul examenului oftalmoscopic. Subiectiv, diferența de profunzime se poate aprecia prin metoda deplasării paralactice la oftalmoscopia indirectă: deplasarea laterală a lentilei evidențiază clar reperul de pe retină situat pe un plan mai anterior și este nevoie de o deplasare mai mare pentru a pune în evidență clar un alt reper, aflat pe un plan mai profund. Oftalmoscopia directă permite, prin punerea succesivă la punct a imaginii pe diferitele planuri, o evaluare în dioptrii a diferenței de profunzime. Convertirea dimensiunilor din dioptrii în milimetri se face știind că schimbarea focalizării cu o dioptrie este echivalentă unei lungimi axiale de 0,388 mm. Deci o diferență de focalizare de 3 dioptrii indică o diferență de nivel de 1,17 mm.

Oftalmoscopia binoculară și cea în lumină polarizată dau aprecieri mai exacte ale diferențelor de profunzime.

Oftalmoscopia la lampă cu fantă cu lentila de contact sau cu lentila Hruby, completează examenul fundului de ochi cu metodele clasice, precizînd detalii pe suprafețe mici, la un nivel de amplificare crescut și realizînd o adevărată secțiune optică a retinei.

În concluzie, oftalmoscopia rămîne o metodă de examinare clinică uzuală, de mare valoare. Progresele tehnice au lărgit mai mult posibilitățile metodei față de forma ei clasică.

XI. OFTALMODINAMOMETRIA

Oftalmodinamometria este o metodă de explorare clinică oftalmologică care, apreciind valorile presiunii oftalmice și corelându-le cu presiunea sanguină generală și presiunea oculară, poate furniza date privind anomaliile circulației carotidiene și permite aprecieri asupra circulației intraoculare.

Introdusă în examenul oftalmologic în 1917 de către Paul Bailliart (Paris) și considerată că măsoară presiunea în artera centrală a retinei, metoda a suferit perfecționări privind calitatea și precizia măsurărilor și cea mai importantă rămîne cea a lui Weigelin și Müller (Bonn) și Lobstein și Nordmann (Strasbourg), care au stabilit că presiunea măsurată prin oftalmodinamometrie se situează într-un punct pe traiectul arterei oftalmice, între originea acesteia din carotidă și originea arterei centrale a retinei. De aici necesitatea de a înlocui termenul de presiune arterială retiniană cu unul mai exact de presiune arterială oftalmică.

DATE ANATOMO-FIZIOLOGICE

Artera oftalmică ține sub dependența sa cele trei rețele vasculare ale ochiului : arborele retinian, provenind din artera centrală a retinei ; rețeaua uveală prin arterele ciliare și rețeaua papilei și capului nervului optic prin artera centrală a nervului optic, ram din artera oftalmică și vasele din cercul Zinn-Haller, care provin din ramuri ale arterelor ciliare scurte.

O presiune exercitată din afară asupra globului, crește tensiunea intraoculară și aceasta se repercută diferit asupra celor trei rețele vasculare, în funcție de rezistența pe care ele o pot opune și de posibilitatea de a deriva sîngele, prin anastomoze, în afara globului.

Așa cum se vede în fig. 134, care redă schema lui Goldmann și Gafner, vasele din cercul „g” (artera centrală a retinei, vasele uveale și vasele laminei criblate) suferă direct prin creșterea presiunii oculare, produsă prin apăsarea asupra globului.

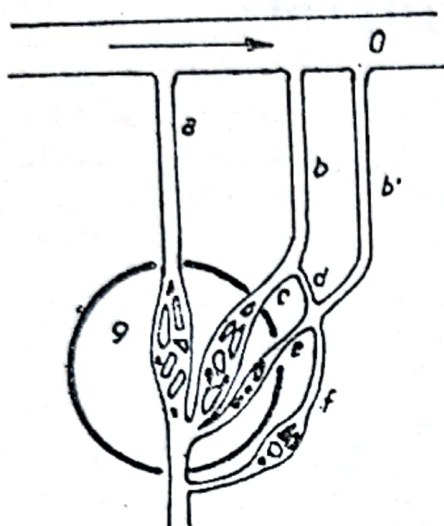


Fig. 134.

Schema lui Goldmann și Gafner: o — artera oftalmică; a — A.C.R.; b — arterele ciliare scurte posterioare; b' — artera centrală a nervului optic; c — vasele uveale.

Când presiunea crește în interiorul globului, rezistența la scurgere a singelui crește și ea în mod retrograd, crescând presiunea în amonte până la un punct al arterei oftalmice, unde nu se mai modifică. Acest punct este situat la nivelul primei colaterale extraoculare a arterei oftalmice, care derivă singele în afara globului. Considerând că P_1 este presiunea în artera oftalmică la originea arterei centrale a retinei, P_2 este presiunea în artera centrală a retinei la nivelul papilei și P_3 presiunea în vena centrală a retinei la nivelul papilei, se înțelege că presiunea exercitată pe perețele globului, ce crește presiunea în ochi, colabează vena centrală a retinei și crește valoarea lui P_3 , circulația se produce însă în continu-

are pentru că există încă gradientul de presiune P_1 — P_3 . Când valoarea presiunii intraoculare egalează valoarea diastolice din artera oftalmică, apare colapsul în artera centrală a retinei în diastolă și unda sanguină se propagă doar în timpul sistolei. Artera centrală a retinei prezintă în acest moment pulsații ritmice, întrerupte de colabare completă în diastolă. Continuând să creștem valoarea apăsării, P_2 devine egal cu P_1 și pulsațiile dispar pentru că singele nu se mai poate scurge în glob, debitul devine zero și presiunea de apăsare în acest moment este egală cu cea de la originea vasului, deci de la originea arterei centrale a retinei din oftalmică.

Principiul metodei. Se observă oftalmoscopic direct modul de comportare al vaselor centrale ale retinei, atunci când prin

deformarea pereților globului ocular, printr-o manevră ce exercită o presiune din afară, se ridică treptat presiunea oculară: este principiul lui Marey, de a se supune un sector vascular determinat, în speță cel al arterei centrale a retinei, unei presiuni exterioare progresiv crescută și anume presiunea oculară, crescută artificial prin apăsarea dinamometrului. „Ochiul joacă rolul unui manometru iar acul aparatului este reprezentat de artera centrală a retinei“ (Ourgaud).

Aparatură. Cel mai folosit este oftalmodinamometrul Bailiart, alcătuit dintr-un resort prelungit cu o tijă, care se termină cu un capăt convex, ce poate fi aplicat pe glob. Resortul și tijă se deplasează în interiorul unui cilindru metalic, pe care se poate citi forța de apăsare exprimată în grame. Aparatul este prevăzut cu o frână, astfel că tijă poate fi blocată în orice moment.

Există și alte tipuri de aparate, dintre care menționăm pe cel al lui Müller, prevăzut cu două resoarte, de forțe diferite și cu o scală de măsurare mai întinsă. Gradațiile aparatului sînt în milimetri și nu în grame. Forța în grame corespunzătoare se citește într-un tabel de calibrație.

Oftalmodinamometrul cu sucțiune este cel mai recent. Folosește o ventuză conică cu diametrul de 12 mm, ce se aplică pe glob și cu care se creează o presiune negativă, care determină înfundarea în ventuză a sclerei. Are avantajul că se poate aplica totdeauna în același loc, iar vidul poate fi controlat și nu apar variații.

Dă rezultate mai exacte dar nu este încă etalonat.

Tehnică. Pacientul este așezat în camera obscură în fața examinatorului, cu ochiul anesteziat și pupila dilatăată. Se aplică capătul convex al dinamometrului, care este ținut orizontal, perpendicular pe partea laterală a sclerei, în dreptul inserției dreptului extern. Aparatul este ținut cu mîna dreaptă pentru ochiul stîng al pacientului și cu mîna stîngă pentru ochiul drept al pacientului. Cu cealaltă mîna examinatorul manevrează oftalmoscopul, cu care observă arterele la emergența lor pe papilă. Se exercită cu dinamometrul o presiune ce crește constant cu aproximativ 20 g/secundă și se notează, blocînd tijă, valoarea apăsării la care artera centrală a retinei prezintă o colabare completă a lumenului, urmată de o pulsație amplă. Acest moment este precedat de cîteva contracții

scurte și incomplete ale arterei. Se repetă manevra de mai multe ori pînă ce se obțin valori identice. Aceasta este valoarea presiunii diastolice în grame. Se continuă apăsarea progresivă

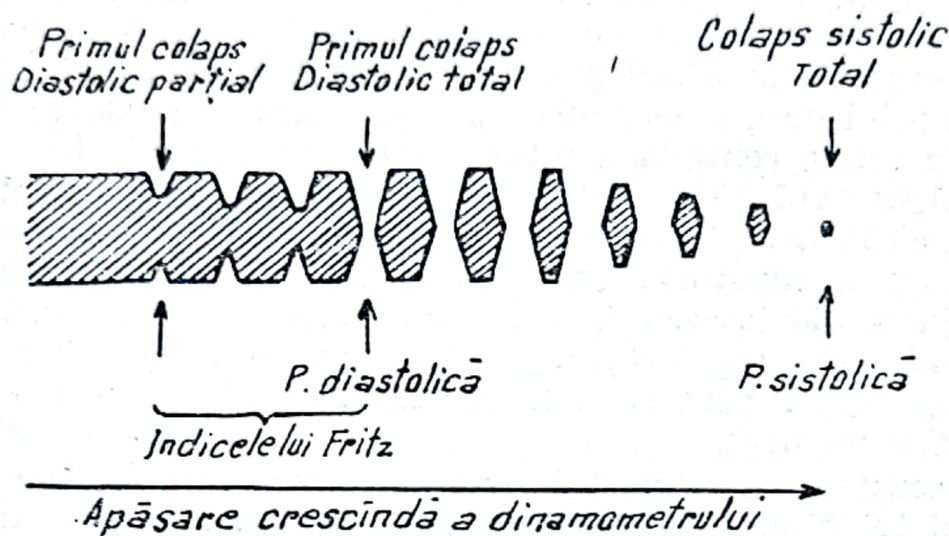


Fig. 135.

Reprezentarea schematică a modificărilor calibrului arterei centrale a retinei în cursul dinamometriei (H. Laet).

cu dinamometrul și se observă că timpul de colaps arterial se prelungește din ce în ce mai mult, pînă ce dispare orice pulsație. Acesta este momentul în care valoarea apăsării a egalat presiunea sistolică. Verificarea datelor obținute se poate face coborînd de la o apăsare mai mare decît cea a presiunii sistolice, la care nu se mai înregistrează nici o pulsație și scăzînd progresiv apăsarea pînă ce reapare prima pulsație arterială „de retur”. Se notează valoarea indicației pe scală. În fig. 135 sînt arătate modificările pe care le suferă calibrul arterei în timpul examinării.

Manevra poate fi executată mai ușor și mai exact de doi examinatori : unul, așezat înapoia bolnavului, comprimă globul cu dinamometrul și notează valorile pe scală, la indicația celui de al doilea, care observă cu oftalmoscopul vasele pe papilă. Determinarea se face separat la fiecare ochi în parte. Dacă o măsurătoare nu reușește, se poate repeta după 10 minute.

Oftalmodinamometria propriu-zisă este precedată de măsurarea tensiunii oculare la aplanție sau cu tonometrul Schiötz.

Se preferă aplanotonometrul (acolo unde este posibil), deoarece modifică puțin presiunea oftalmică și nu alterează epiteliul cornean, ceea ce ar jena apoi examenul oftalmoscopic.

De asemenea, se măsoară tensiunea arterială humerală și se face corecția valorii ei în funcție de circumferința brațului, conform tabelului de mai jos :

Pentru valoarea sistolică, la o circumferință a brațului de :

15 — 18 cm	— se adaugă 15 mm Hg
19 — 22 cm	— se adaugă 10 mm Hg
23 — 26 cm	— se adaugă 5 mm Hg
27 — 30 cm	— nici o corecție
31 — 34 cm	— se scad 5 mm Hg
35 — 38 cm	— se scad 10 mm Hg
39 — 41 cm	— se scad 15 mm Hg
42 — 45 cm	— se scad 20 mm Hg
46 — 49 cm	— se scad 25 mm Hg.

Pentru valoarea diastolică la o circumferință a brațului de :

15 — 20 cm	— nici o corecție
21 — 26 cm	— se scad 5 mm Hg
27 — 31 cm	— se scad 10 mm Hg
32 — 37 cm	— se scad 15 mm Hg
38 — 43 cm	— se scad 20 mm Hg
44 — 47 cm	— se scad 25 mm Hg.

Datele sînt extrase din tabelele lui Pickering, 1954.

Rezultate. La sfîrșitul examinării dispunem de următoarele valori :

- tensiunea oculară inițială, exprimată în mm Hg ;
- presiunea dinamometrică sistolică și diastolică, exprimată în grame ;
- presiunea humerală sistolică și diastolică, exprimată în mm Hg.

Clasic se admite că presiunea oftalmică diastolică în grame este jumătate din valoarea presiunii humerale diastolice în mm Hg cu o variație admisă de 15% ; în timp ce presiunea oftalmică sistolică este 70% din presiunea humerală sistolică.

Pentru a putea fi însă comparate și corelate aceste date, trebuie transformate valorile în grame ale forței de apăsare

dinamometrică, în valori ale presiunii reale intraoculare în mm Hg în momentul citirii sistolei și diastolei, corespunzătoare arterei oftalmice. Aceasta se obține din tabelul X. Tensiunea oculară inițială, din tabel, este măsurată cu aplanotonometrul. Valorile citite în tabele nu se suprapun întotdeauna peste valorile presiunii sistolice și diastolice din artera oftalmică, pentru că intervin o serie de factori de variație locali ca : rigiditatea sclerală, diferențele în direcția de împingere cu instrumentul și cantitatea de umor apos expulzată din glob în timpul compresiunii. Deși nu dau măsura absolută a presiunii din artera oftalmică, cifrele obținute pot fi utilizate în practică pentru ca prin comparare cu valorile teoretice ale presiunii oftalmice din tabelul de la pag. 222, tensiunea humerală și cu presiunea oculară inițială, să se tragă concluzii asupra circulației cerebrale și echilibrului nutrițional local, ocular.

Tabel X

Conversiunea gramelor în mm Hg în funcție de oftalmotonus

Gra-me	10	15	20	25	30	35	40
2	11,4	16,3	27,1	26,0	30,9	35,1	40,7
4	12,8	17,5	22,2	27,0	31,8	36,6	41,4
6	14,1	18,8	23,3	28,0	32,6	37,4	42,1
8	15,5	20,0	24,4	29,6	33,8	38,1	42,7
10	16,8	21,3	25,6	30,0	34,8	38,9	43,7
2	18,2	22,5	26,7	31,0	35,2	39,7	44,1
4	19,6	23,8	27,8	31,9	36,1	40,5	44,8
6	21,1	20,5	28,9	32,9	37,0	41,3	45,6
8	22,4	26,2	30,0	34,0	38,0	42,3	45,5
20	23,9	27,4	31,1	35,1	39,1	43,3	47,5
2	25,0	28,6	32,2	36,2	40,1	44,3	48,5
4	26,3	29,0	33,3	37,3	40,9	45,3	49,4
6	27,6	31,0	34,4	38,3	42,2	46,3	50,4
8	28,9	32,2	35,5	39,4	43,3	47,3	51,4
30	30,2	33,4	36,6	40,5	44,4	48,3	52,3
2	31,5	34,6	37,1	41,6	45,6	49,4	53,3
4	32,6	35,5	39,0	42,8	46,7	50,6	54,5
6	33,4	37,0	40,3	44,7	48,0	51,9	55,1
8	34,8	38,2	42,5	45,5	49,3	53,1	56,8
40	35,9	39,4	42,9	46,8	50,4	54,3	58,0

Continuare tabel X

Gra-me	10	15	20	25	30	35	40
2	37,0	40,6	44,2	48,0	51,8	55,5	59,1
4	38,1	41,9	45,5	49,3	53,1	56,7	60,2
6	39,2	43,0	46,6	50,7	54,5	58,0	61,4
8	40,4	44,2	48,1	52,0	55,8	59,2	62,7
50	41,6	45,5	49,5	53,0	57,0	60,5	64,0
2	42,2	46,8	50,8	54,5	58,2	61,7	65,2
4	44,0	48,1	52,2	55,8	59,4	62,9	66,4
6	45,2	49,2	53,5	57,1	60,6	64,1	67,7
8	46,4	50,7	54,9	58,4	61,8	65,4	68,9
60	47,5	51,9	56,3	59,7	63,0	66,6	70,2
2	48,6	53,0	57,5	60,9	64,3	67,9	71,6
4	49,9	54,2	58,6	62,1	65,5	68,0	72,5
6	51,2	55,5	59,8	63,3	66,0	70,2	73,6
8	52,5	56,9	60,9	64,4	68,0	71,4	74,7
70	53,0	57,9	62,1	65,7	69,3	72,6	75,8
2	55,1	59,1	63,2	66,9	70,6	73,5	76,9
4	56,4	60,4	64,4	67,1	71,3	74,4	78,1
6	57,7	61,6	65,5	69,3	73,0	76,1	79,2
8	59,0	62,8	66,7	70,5	74,2	77,3	80,3
80	60,2	64,2	67,9	71,7	75,2	78,6	81,6
2	61,4	62,5	69,2	73,0	76,8	79,9	82,9
4	62,6	66,5	70,4	74,3	78,1	81,2	84,2
6	63,8	67,7	71,7	75,6	79,5	82,5	88,5
8	69,0	68,9	72,9	76,9	80,9	83,3	86,3
90	66,2	70,2	74,2	78,2	82,3	85,1	87,9

Weigelin introduce calculul presiunii arteriale medii, presiune care în același sistem asigură un debit identic celui realizat printr-o presiune ce variază constant de la o cifră maximă la una minimă, deci presiunea care asigură un debit constant. Ea este dată de formula :

$$P_{med.} = P_d + 0,42 (P_s - P_d)$$

în care : $P_{med.}$ = presiunea medie ; P_d = presiunea diastolică ; P_s = presiunea sistolică. Ea se poate calcula atât pentru presiunea oftalmică cât și pentru cea humerală și între ele se poate stabili următoarea relație :

$$P. \text{ oft. med.} = 0,475 (P_h. \text{ med.} - T) + T$$

în care: P. oft. med. = presiunea oftalmică medie; Ph. med. = presiunea humerală medie și T = tensiunea oculară.

Presiunea oftalmică medie, astfel obținută este comparată cu valorile din tabelul XII și o disparitate de ± 6 mm Hg între aceste valori este indicatorul unei tulburări vasculare cerebrale de tip concordant, în timp ce valorile situate peste limita superioară indică o discordanță hipertensivă, iar valorile situate sub limita inferioară o discordanță hipotensivă. O discordanță hipotensivă poate explica cefaleea circulatorie rebelă la tratament. De asemenea, în sindroamele obstructive unilaterale există de partea normală concordanță, iar de partea opusă discordanță hipotensivă.

Tabel XI

Valorile normale ale presiunii oftalmice diastolice în funcție de presiunea humerală diastolică și presiunea intraoculară.
Curbele Bedavanija.

T;	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P. hum. diast. (mm Hg)	P. oft. diast. (mm Hg)										
50	35,2	35,5	35,9	36,3	36,7	37,1	37,4	37,8	38,2	38,6	38,9
55	38,3	38,7	39,1	39,5	39,9	40,2	40,6	40,9	41,3	41,7	42,1
60	41,5	41,8	42,2	42,6	42,9	43,3	43,7	44,0	44,4	44,8	45,2
65	44,6	45,0	45,4	45,7	46,1	46,5	46,9	47,2	47,6	48,0	48,3
70	47,8	48,1	48,5	48,9	49,3	49,6	50,0	50,4	50,7	51,1	51,5
75	50,9	51,3	51,7	52,0	52,4	52,8	53,2	53,5	53,9	54,3	54,6
80	54,1	54,4	54,8	55,2	55,5	55,9	56,3	56,7	57,0	57,4	57,8
85	57,2	57,6	58,0	58,3	58,7	59,1	59,5	59,8	60,2	60,6	60,9
90	60,4	60,8	61,1	61,5	61,9	62,3	62,7	63,0	63,4	63,8	64,1
95	63,5	63,9	64,2	64,6	65,0	65,3	65,7	66,1	66,5	66,9	67,2
100	66,7	67,1	67,5	67,8	68,2	68,6	68,9	69,3	69,7	70,0	70,4
105	69,8	70,2	70,6	70,9	71,3	71,7	72,1	72,4	72,8	73,1	73,5
110	73,0	73,4	73,8	74,1	74,5	74,9	75,2	75,6	76,0	76,3	76,7
115	76,1	76,5	76,9	77,2	77,6	78,0	78,4	78,7	79,1	79,5	79,8
120	79,3	79,7	80,0	80,4	80,8	81,1	81,5	81,9	82,2	82,6	83,0
125	82,4	82,8	83,1	83,5	83,9	84,2	84,6	85,0	85,4	85,7	86,1
130	85,6	86,0	86,4	86,8	87,1	87,5	87,9	88,2	88,6	89,0	89,3
135	88,7	89,0	89,4	89,8	90,2	90,6	90,9	91,3	91,7	92,0	92,4
140	91,9	92,3	92,7	93,0	93,4	93,8	94,1	94,5	94,9	95,2	95,6
145	95,0	95,4	95,8	96,1	96,5	96,9	97,2	97,6	98,0	98,4	98,7
150	99,2	99,6	100,0	100,4	100,7	101,0	101,4	101,8			

Weigelin consideră că dacă presiunea oftalmică medie este anormal crescută, comparativ cu presiunea humerală medie, cauza este sau dilatare a arterei carotide, în care caz creșterea afectează predominant diastolica, ori o constricție generalizată a arteriolelor cerebrale, și în acest caz este afectată predominant sistolica.

Pe scurt, valoarea presiunii oftalmice, în punctul său de măsurare, este influențată de valoarea presiunii generale, de rezistența în sistemul carotidian și într-o măsură foarte mică de circulația retiniană.

Cit anume contribuie fiecare se vede în fig. 136, care ilustrează teritoriile de distribuție ale carotidei interne.

Duke-Elder rezumă astfel indicațiile oftalmodinamometriei :

— stenozele și ocluziile în sistemul carotid, proximal de originea arterei oftalmice, dau scăderi ale valorii sistolice oftalmice unilaterale de cel puțin 20%. Trombozele de ram terminal ale carotidei, distal de originea arterei oftalmice, dau creșteri ale presiunii oftalmice, comparativ cu presiunea humerală și presiunea oftalmică controlaterală ;

— în anevrismele sistemului carotid, presiunea oftalmică diastolică este scăzută, comparativ cu humerala, dar aceasta este

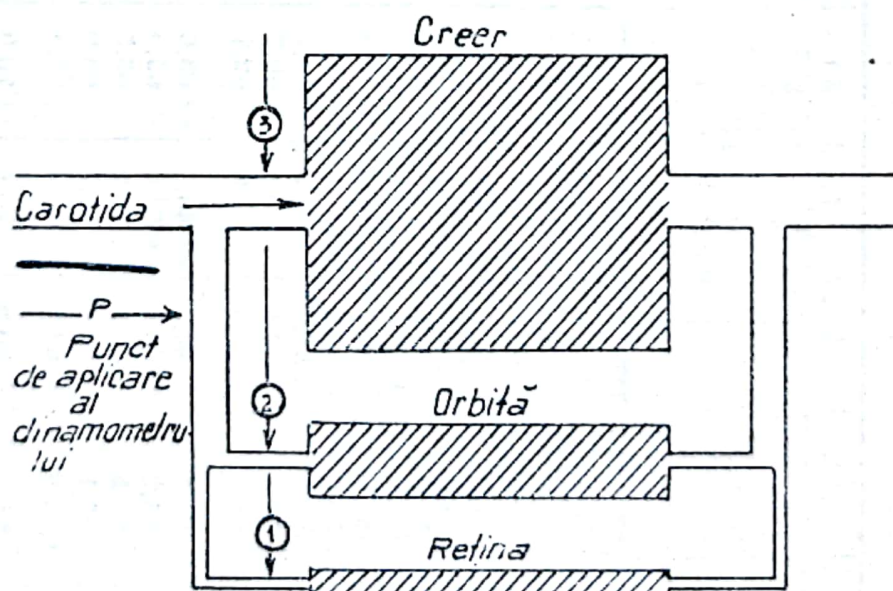


Fig. 136.
Teritoriile de distribuție ale arterei carotide.

Valorile normale ale presiunii oftalmice medii în funcție de presiunea humerală medie și presiunea intraoculară. Curbele lui Bedavanija.

Tabel XII

T:	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P. h. med. (mm Hg)	P. oft. med. (mm Hg)										
60	46,7	46,9	47,2	47,5	47,8	48,1	48,4	48,7	49,0	49,3	49,6
2	48,1	48,4	48,7	49,0	49,3	49,6	49,9	50,1	50,4	50,7	51,0
4	49,6	49,9	50,2	50,4	50,7	51,0	51,3	51,6	51,9	52,2	52,5
6	51,0	51,3	51,6	51,9	52,2	52,5	52,8	53,1	53,4	53,6	53,9
8	52,5	52,8	53,1	53,4	53,7	53,9	54,2	54,5	54,8	55,1	55,4
70	54,0	54,2	54,5	54,8	55,1	55,4	55,7	56,0	56,3	56,6	56,9
2	55,4	55,7	56,0	56,3	56,6	56,9	57,2	57,5	57,7	58,0	58,3
4	56,9	57,2	57,5	57,7	58,0	58,3	58,6	58,9	59,2	59,5	59,8
6	58,3	58,6	58,9	59,2	59,5	59,8	60,1	60,4	60,7	60,9	61,2
8	59,8	60,1	60,4	60,7	61,0	61,2	61,5	61,8	62,0	62,3	62,6
80	61,3	61,5	61,8	62,1	62,4	62,7	63,0	63,3	63,6	63,9	64,2
2	62,7	63,0	63,3	63,6	63,9	64,2	64,5	64,7	65,0	65,3	65,6
4	64,2	64,5	64,8	65,0	65,3	65,6	65,9	66,2	66,5	66,8	67,1
6	65,5	65,9	66,2	66,5	66,8	67,1	67,4	67,7	68,0	68,3	68,6
8	67,1	67,4	67,7	68,0	68,3	68,6	68,9	69,1	69,4	69,7	70,0
90	68,6	68,9	69,1	69,4	69,7	70,0	70,3	70,6	70,9	71,2	71,5
2	70,0	70,3	70,6	70,9	71,2	71,5	71,8	72,0	72,3	72,6	72,9
4	71,5	71,8	72,1	72,4	72,7	72,9	73,2	73,5	73,8	74,1	74,4
6	73,0	73,2	73,5	73,8	74,1	74,4	74,7	75,0	75,3	75,6	75,9
8	74,4	74,7	75,0	75,3	75,6	75,9	76,1	76,4	76,7	77,0	77,3
100	75,9	76,1	76,4	76,7	77,0	77,3	77,6	77,9	78,2	78,5	78,8

T;	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	77,3	77,6	77,9	78,2	78,5	78,8	79,1	79,4	79,7	79,9	80,2
4	78,8	79,1	79,4	79,7	80,0	80,2	80,5	80,8	81,1	81,4	81,7
6	80,2	80,0	80,8	81,1	81,4	81,7	82,0	82,3	82,6	82,9	83,1
8	81,7	82,0	82,3	82,6	82,9	83,2	83,5	83,7	84,0	84,3	84,6
110	83,2	83,5	83,8	84,0	84,3	84,6	84,9	85,2	85,5	85,8	86,1
2	84,6	84,9	85,2	85,5	85,8	86,1	86,4	86,7	87,0	87,3	87,6
4	86,1	86,4	86,7	87,0	87,3	87,6	87,9	88,1	88,4	88,7	89,0
6	87,5	87,8	88,1	88,4	88,7	89,0	89,3	89,6	89,9	90,1	90,4
8	89,0	89,3	89,6	89,9	90,2	90,5	90,8	91,0	91,3	91,6	91,9
120	90,5	90,7	91,0	91,3	91,6	91,9	92,2	92,5	92,8	93,1	93,4
2	91,9	92,2	92,5	92,8	93,1	93,4	93,7	94,0	94,3	94,6	94,9
4	93,5	93,7	94,0	94,3	94,6	94,9	95,2	95,5	95,8	96,0	96,3
6	94,8	95,1	95,4	95,7	96,0	96,3	96,6	96,9	97,2	97,5	97,8
8	96,3	96,6	96,9	97,2	97,5	97,8	98,0	98,3	98,6	98,9	99,2
130	97,8	98,0	98,3	98,6	98,9	99,2	99,5	99,8	100,1	100,4	100,7
132	99,2	99,5	99,8	100,1	100,4	100,7	101,0	101,3	101,6	101,9	102,0
4	100,7	101,0	101,3	101,6	101,9	102,2	102,5	102,8	103,0	103,3	103,6
6	102,1	102,4	102,7	103,0	103,3	103,6	103,9	104,2	104,5	104,8	105,0
8	103,6	103,9	104,2	104,5	104,8	105,0	105,3	105,6	105,9	106,2	106,5
140	105,1	105,4	105,7	106,0	106,3	106,6	106,9	107,2	107,5	107,8	108,0
2	106,5	106,8	107,1	107,4	107,7	108,0	108,3	108,6	108,9	109,2	109,5
4	108,0	108,3	108,6	108,9	109,2	109,5	109,8	110,0	110,3	110,6	110,9
6	109,4	109,7	110,0	110,3	110,6	110,9	111,2	111,5	111,7	112,0	112,3
8	110,9	111,2	111,5	111,8	112,1	112,4	112,7	113,0	113,3	113,6	113,9
150	112,4	112,7	113,0	113,3	113,6	113,9	114,2	114,5	114,8	115,0	115,3

inconstant. Dinamometria își găsește indicații mai ales în aprecierea evoluției postoperatorii a ligaturii carotide, prin proba de compresiune preoperatorie : creșterea valorii diastolice în oftalmică de cel puțin 30% este un semn de prognostic rău operator, arătând lipsa posibilității de supleere prin anastomoze ;

— în migrene pentru a diferenția tendința de dilatare vasculară de spasmul vaselor mici cerebrale, diferențiere utilă în orientarea tratamentului vasoconstrictor sau vasodilatator ;

— de asemenea, o discordanță a raportului oftalmo-humeral, în cazul unei toxemii gravidice, după Laet și colab. este semnul unei eclampsii apropiate ;

— după comoții cerebrale, instabilitatea reflexelor vasomotorii se evidențiază într-un dezacord în determinările succesive ale raportului oftalmo-humeral ;

— creșterea artificială a presiunii intraoculare în oftalmodinamometrie reproduce pentru scurt timp o stare ce durează indefinit în glaucom. Dintre toate rețelele vasculare ale ochiului artera centrală a retinei este cea care rezistă cel mai mult la o presiune oculară crescută, spre deosebire de vasele ce asigură nutriția papilei și capului nervului optic. Este admis astăzi că deficitul campimetric din glaucom sint expresia tulburării echilibrului nutrițional local, prin derivarea sîngelui din sistemul circulator al capului nervului optic, sub acțiunea presiunii oculare crescute, în afara globului. Determinarea presiunii arteriale oftalmice, comparativ cu presiunea oculară, capătă deci o valoare prognostică deosebită deoarece presiunea vaselor papilare, care nu se poate determina, este intermediară între presiunea din artera oftalmică și presiunea oculară. Lobstein și Bronner au descris gradientul presiune arterială dinamică medie — tensiune oculară, care cu cît are valoare mai mare cu atît vascularizația papilei este mai bună. Valoarea lui crește în cazul hipertensiunii arteriale sau hipotensiunii oculare și diminuează dacă crește presiunea oculară sau scade presiunea în artera oftalmică, ceea ce ilustrează contraindicația hipotensoarelor severe la hipertensivii arteriali cu glaucom și vasodilatatoarelor severe la bolnavii normotensivi cu glaucom.

Pentru fixarea prognosticului în glaucom s-au propus o serie de formule, materializate sub forma unor indici, de valoare mai mult sau mai puțin exactă.

Astfel :

— indicele lui Reese (1954)

$$\frac{P_{A.H.}}{P_{oculară}} > 5-6 \text{ pt. sistolă și } > 3,5 \text{ pt. diastolă}$$

Indicele nu are o valoare exactă pentru că s-a folosit în calculul lui calibrația tonometrului Schiötz din 1948. După calibrația din 1955 :

$$\frac{P_{A.H.sist}}{P_{oculară}} = 6,6 \text{ și crește cu } 0,6 \text{ la fiecare } 10 \text{ ani de vîrstă.}$$

$$\frac{P_{A.H.diast}}{P_{oculară}} = 4 + 0,03 \text{ vîrstă}$$

Indicele Reese mediu este: $5 + 0,04 \text{ vîrstă}$:

— gradientul eficace Lobstein și Nordmann (1960), valabil pentru calibrația actuală este :

$$P_{art.oft.med. \text{ în mm Hg}} - P_{oculară} > 40$$

Sub valoarea de 40 există un deficit circulator local, deci prognostic rău pentru evoluția glaucomului ;

— raportul Batarciukov :

$$\frac{P_{A.H.diast.}}{P_{oculară}} \geq 2$$

— coeficientul de echilibru nutrițional local se poate exprima în funcție de presiunea arterei humerale medii :

$$\frac{P_{A.H.med.}}{P_{oculară}} = 4,1 + 0,01 \text{ vîrstă.}$$

Pentru tabelele lui Bedavanija valoarea lui este 3,3.

În concluzie oftalmodinamometria, metodă de explorare clinică simplă și anodină, prin datele furnizate fie în forma lor brută, comparate cu tensiunea arterială humerală și tensiunea oculară, fie transformate cu ajutorul tabelelor și corelate între ele prin metode matematice, furnizează date de valoare privind circulația sanguină în teritoriul cerebral și intraocular, cu indicații nu numai în oftalmologie dar și în medicina generală.

XII. ANGIOGRAFIA FLUORESCEINICĂ

Fluorescența este proprietatea unor corpuri care în contact cu o radiație excitantă devin o sursă de energie luminoasă de calitate diferită și de lungime de undă superioară sursei inițiale. Progresele electronice și ale fotografiei au permis lui Novotny și Alvis (1961) de a pune la punct o nouă metodă de explorare a fundului de ochi. Injectarea intravenoasă a unei soluții concentrate de fluoresceină permite înregistrarea fotografică a arborelui vascular retino-coroidian. Angiografia fluoresceinică poate diagnostica anumite afecțiuni retiniene, într-un stadiu incipient de boală.

Principiu. O lampă cu flash electronic emite o lumină albă, dar un filtru de excitație (emisie) nu lasă să treacă decât o lumină albastră, corespunzătoare benzii de absorbție a fluoresceinei cu lungime de undă de 490 mμ. Un diafragmă preia două fascicule periferice, iar un sistem optic le focalizează în ochi (fig. 137). Lumina albastră incidentă excită fluorescența fundului de ochi și sistemul optic primește deci un amestec de lumină albastră, reflectată și lumină galben-verde de fluorescență. Un filtru de oprire este plasat înaintea peliculei fotografice, pentru a elimina toate radiațiile luminoase, ce nu corespund spectrului de emisie verde-galben al fluoresceinei de 525 mμ. La nivelul peliculei fotografice ajunge deci numai imaginea de fluorescență.

Fluorescența este capacitatea unei substanțe ale cărei molecule absorb o cantitate de lumină cu o anumită lungime de undă (albastră) și o restituie cu o lungime de undă mai lungă (galben-verde) (fig. 138). Fluoresceina se leagă de proteinele plasmatice, mai mult de albumine și mai puțin de globulină. Aproximativ 17% este legată de hematii printr-un proces de absorbție a colorantului. Nu este absorbită de fibrină.

Trecerea sa în țesuturi este în funcție de permeabilitatea capilară. Fluoresceina, la nivelul țesuturilor, se comportă ca o substanță fotoluminescentă, dacă este excitată de lumină cu o anumită lungime de undă.

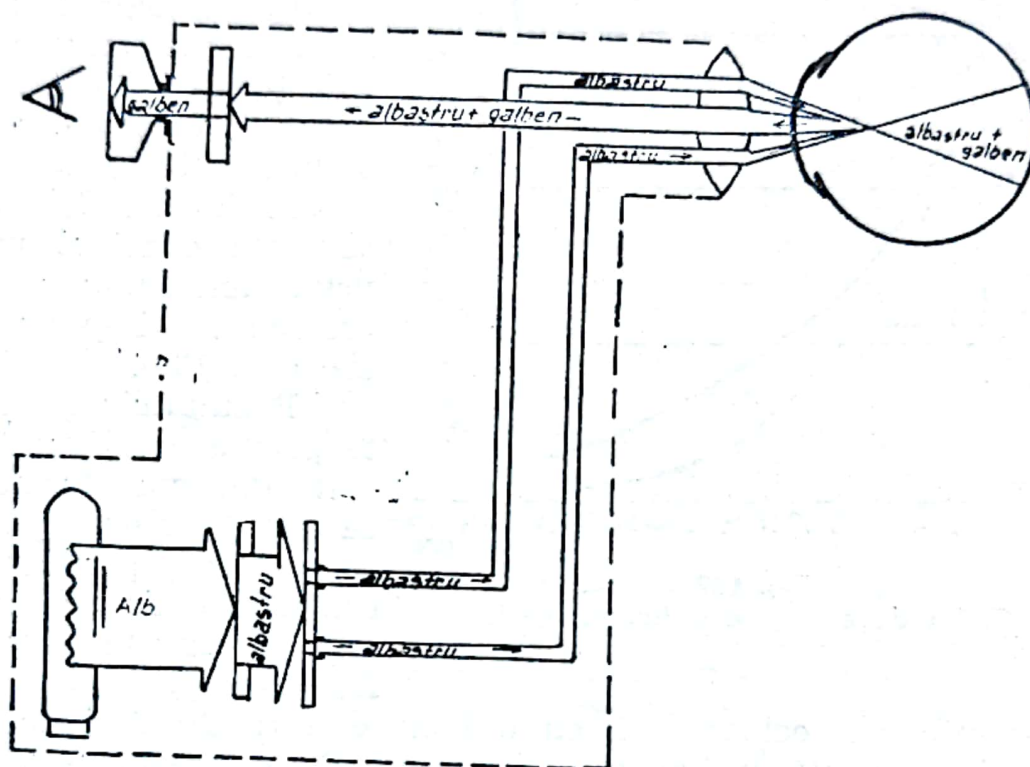


Fig. 137.
Principiul retinografului cu fluorescență.

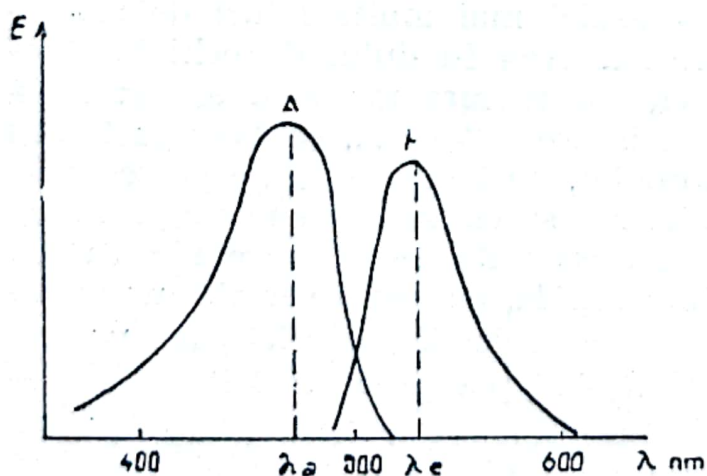


Fig. 138.
Repartiția energiei luminoase în funcție de lungimea de undă : A — curba de absorbție a fluoresceinei ; F — curba de emisie a fluoresceinei.

Metodă. Fluoresceina sodică în soluție apoasă este utilizată în concentrație de 5, 10, 20% fără a fi nocivă. Se întrebuintează 5 cm³ soluție 20% pentru angiografia retiniană.

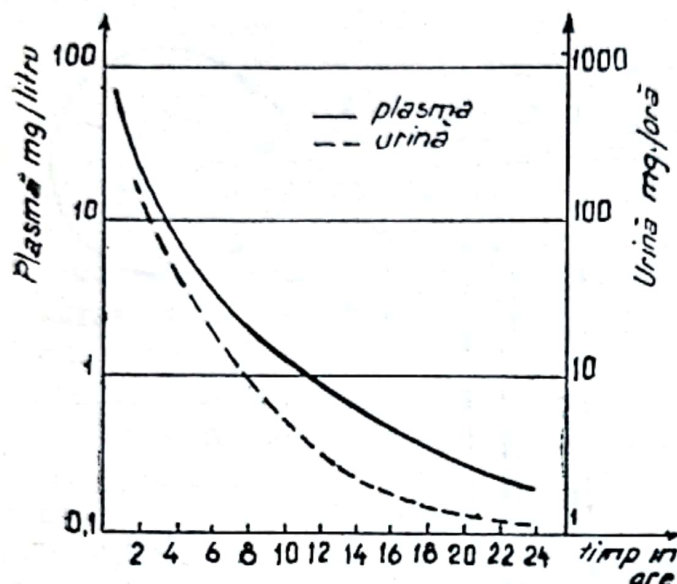


Fig. 139.
Curba de eliminare a fluoresceinei.

Injectarea intravenoasă de fluoresceină este urmată de o colorație galbenă a tegumentelor. Injecția poate determina ușoară greață, vărsături, lipotimii de scurtă durată. Colorantul este eliminat prin urină, antrenând o fluorescență timp de 24 ore (fig. 139).

Rezultatele obținute prin această metodă sînt datorită faptului că fluoresceina joacă rolul unui produs de contrast și de colorant vital și permite astfel o fluorescență a vaselor

corioretiniene, echivalentă cu o biopsie a fundului de ochi. Metoda prezintă un avantaj important în diagnosticul unor afecțiuni oculare și în special a celor legate de patologia vasculară. Alte substanțe fluorescente, ca acridina sau tetraciclina, au fost încercate, dar utilizarea lor nu a dat rezultat.

Aparatură. Se cunosc astăzi mai multe feluri de retinografe, aparate pentru fotografierea fundului de ochi în fluorescență. Astfel, caseta cu încărcătură manuală a fost înlocuită printr-o casetă cu înaintare automată, ce permite luarea de imagini la un timp apropiat, pînă la o imagine pe secundă. În ultimul timp se utilizează și camere cinematografice cu 25 imagini/secundă. Generatorul de lumină trebuie să fie puternic și cu o încărcătură rapidă, pentru a permite un maximum de intensitate pentru fiecare descărcare. Cele mai perfecționate au putere de 650 W/s și pot produce 3 iluminări/secundă. Unele retinografe permit cronometrarea și fotografierea simultană a fundului de ochi. Dacă aparatul nu oferă

aceste posibilități, înregistrările se pot face printr-un magnetofon, ce înregistrează fiecare declanșare și se calculează timpul parcurs între momentul injectării colorantului și luarea fotografiei. Ca filtru de emisie se întrebuintează Wraten nr. 47 A, iar ca filtru de oprire Ilfort-109. Emulsia fotografică trebuie să prezinte o mare sensibilitate, deoarece lumina emisă de fluoresceină este slabă ca intensitate. E necesar de a se obține un contrast satisfăcător, pentru ca clișeul să fie interpretabil. Calitatea plăcii fotografice nu trebuie să fie compromisă printr-un exces de granulație.

Tehnică de examen. Subiectul este așezat la retinofot, capul sprijinit de bara frontală iar brațul întins orizontal pe suport. Un ac cu mandren este introdus în vena cubitală și lăsat pe loc tot timpul examinării. După punerea la punct a aparatului se iau câteva imagini în lumina aneritră. Angiografia fluoresceinică începe după injectarea rapidă a 4 cm.³ de fluoresceină sodică 20%. Primul clișeu trebuie luat în același timp cu injectarea și constituie timpul zero al angiografiei. Clișeele următoare se iau la o diferență mică de 7—25 secunde, în medie 1/secundă. Apoi ritmul imaginilor este rărit. Este important de a continua fotografierea până la al 10-lea minut și a urmări anomaliile eventuale ale timpului retard. Unii autori au perfecționat metoda, injectând colorantul printr-un dispozitiv automat, care acționează pistonul seringii. Acesta este pus în mișcare grație unui mecanism electronic cuplat la declanșare și care permite o sincronizare perfectă între momentul injectării și luarea primului clișeu.

ANGIOGRAFIA FLUORESCEINICĂ A FUNDULUI DE OCHI NORMAL

Colorantul, injectat în venă, trece în circulația generală înainte de a apare în vasele retiniene. Măsurarea timpului între momentul injectării și prima fluorescență retiniană permite de a studia viteza circulatorie. Acest timp diferă între 12—16 secunde, în medie fiind de 13,6 secunde. Utilizarea unui cateter din polietilen, plasat în vena cubitală, care merge până în subclaviculară, redă un timp mai scurt. Această tehnică complicată nu este însă justificată deoarece

nu crește calitatea imaginilor. Se constată o variație a timpului antebraț-artera centrală a retinei, în funcție de vârsta subiectului, timpul de apariție fiind crescut la subiecții în vîrstă. Un obstacol la nivelul uneia sau a ambelor carotide poate provoca un decalaj între momentul apariției colorantului la cei doi ochi. La nivelul membranelor profunde ale ochiului fluoresceina parcurge circuitul vascular, urmînd o schemă bine definită.

Timpul coroidian. Rețeaua coroidiană este prima impregnată, antrenînd o albire difuză sub forma unui nour la nivelul fundului de ochi, cu zone mai clare și zone mai întunecate și excluderea maculei. Timpul coroidian pur este extrem de scurt, de ordinul unei secunde și trece ușor neobservat. Atunci cînd o arteră cilio-retiniană este prezentă, ea se impregnează în acest timp coroidian și apare izolată printre arterele retiniene, care se injectează abia în timpul următor. La nivelul papilei, în acest prim timp, luminajul este intens, mai ales în zona temporală, la nivelul excavației fiziologice, fapt care arată importanța vasculară a acestei zone. Acest timp coroidian trece în general ușor neobservat.

Timpul retinian arteriolar. După o secundă fluoresceina apare brusc la nivelul arterei centrale a retinei și invadează imediat diferite ramuri, care iau aspectul unor cordoane albe. Fluorescența coroidiană crește în timpul fluorescenței arteriolare și se menține cu aspectul său de nour caracteristic. Sistemul venos, neimpregnat, este bine pus în evidență grație contrastului său pe fond alb. Umplerea brațelor principale ale arterei centrale ale retinei prezintă două caracteristici importante :

— fluorescența este axială și lărgimea sa este inferioară vasului. Ea este mărginită lateral prin două linii fine, negre, corespunzînd singelui nefluorescent. Această imagine este efemeră și foarte rapidă, fluoresceina ocupînd apoi toată lărgimea vasului ;

— în momentul dispariției colorantului se remarcă o dispoziție inversă, prin persistența a două linii laterale de fluorescență, în timp ce axul central apare necolorat. Aceste imagini pot fi interpretate astfel : curentul sanguin este mai rapid în axul vasului decît la nivelul pereților.

Această diferență de viteză circulatorie antrenează o deformare a embolului fluorescent care, de la o secțiune dreptunghiulară în momentul injectării, ia o formă convexă înainte și concavă în urmă, în momentul când sosește la nivelul ochiului.

Timpul arterio-venos sau capilar. După ce traversează rețeaua capilară, sângele fluorescent este preluat de sistemul venos. Acesta se umple progresiv prin benzi laminare paralele. Acest aspect laminar debutează în marile trunchiuri venoase apropiate de papilă, acolo unde circulația capilarelor este mai scurtă. Timpul retinian arterio-venos este lung și nu se termină decât în momentul umplerii complete a venei cu sânge fluorescent. Benzile laminare pot fi multiple, cu alternanță de sânge fluorescent și nefluorescent, rezultat din confluența a două sau mai multe vase. La sfârșitul timpului arterio-venos rețeaua capilară este mai bine vizibilă. De notat absența vascularizației regiunii maculare, care rămâne întuneată în stare normală, pigmentul galben xantofil al maculei avînd, în acest caz, un rol de filtru, ce împiedică vizualizarea fluorescenței coroidiene subjacentă.

Timpul retinian venos. La a 21-a secundă, venele sînt în întregime pline cu sânge fluorescent și apar mai albe decât arterele, a căror fluorescență începe să se atenueze. Progresiv colorantul se diluează în curentul sanguin și spre a 40-a secundă venele și arterele retiniene prezintă o tentă uniformă. De notat că această etapă se termină printr-un timp de retenție tisulară sau timp scleral, în cursul căruia învelișul ocular devine fluorescent. Acest timp venos tardiv corespunde trecerii colorantului în umoarea apoasă și corpul vitros.

Angiografia fluoresceinică permite de asemenea de a preciza circulația coroidiană. Mascată în mare parte sub vîlul epiteliului pigmentar, ea rămîne în general invizibilă la un simplu examen oftalmoscopic. Vasele aferente ale coroidei, avînd un debit mai mare pentru un traiect foarte scurt, explică apariția brutală și precoce a fluorescenței coroidiene. Aspectul neregulat în hartă geografică corespunde umplerii stratului coroidian profund și în special punctelor de penetrație ale arterelor scurte ciliare posterioare. În cursul fazelor succesive aspectul se modifică în funcție de impregnarea vaselor și a țesutului coroidian. Două elemente sînt caracte-

ristice pentru circulația coroidiană și anume: intensitatea și rapiditatea impregnării. În cursul acestor diferiți timpi este posibil de a se pune în evidență, în afară de arterele cilio-retiniene, arterele ciliare scurte posterioare, cu o direcție orizontală superioară și inferioară, ovalul papilo-macular și arterele ciliare lungi posterioare. În sfârșit, la persoane a căror pigmentație retiniană este mai densă, pot fi observate și venele vorticoase.

În afara acestui studiu anatomic și tisular, angiografia permite un studiu fiziologic;

- timpul braț-retină, în medie de 13,6 secunde;
- timpul circulației retiniene marcat prin apariția primelor benzi de fluoresceină în venă, ce se produce la două secunde după apariția în arteriole, în timp ce umplerea completă a venelor se face spre a 21-a secundă;
- o fază tardivă de retenție tisulară, la care se poate ajunge în timpul diferitelor retenții ale colorantului și se poate astfel aprecia permeabilitatea unor vase alterate sau existența unor vase de neoformație.

Se poate conchide că durata circulației arteriolare capilare și venoase variază de la 2 secunde (apariția colorantului în arteriole) la 7,4 secunde (apariția colorantului în venă) și ea depinde de lungimea vaselor. Durata circulației în teritoriul peripapilar este mai scurtă decât aceea din teritoriul orei serrata.

Pseudofluorescența. Pelicula fotografică nu trebuie să fie impresionată decât prin radiații luminoase emise de fluoresceină. Clișeul care reprezintă timpul zero al angiografiei fluoresceinice în principiu este complet negru, căci colorantul nu a ajuns încă la nivelul membranelor profunde ale ochiului. Uneori papila apare albă pe prima fotografie. Este o pseudofluorescență precoce, înainte de a ajunge fluoresceina în ochi. Înseamnă că filtrul de oprire a fost permeabil și la alte radiații luminoase decât cele emise de fluoresceină. Această pseudofluorescență poate fi explicată astfel: lumina emisă de generator traversează filtrul de excitație și impresionează toate structurile reflectorizante ale fundului de ochi. Ea este astfel retrimisă spre pelicula sensibilă, traversând filtrul de oprire. Dacă acesta nu este perfect impermeabil pentru radiațiile nefluorescente, filmul va fi impresionat.

Această pseudofluorescență precoce jenează interpretarea imaginilor și se poate elimina fie prin înlocuire cu un filtru bun, fie prin metoda de sustracție, transferînd pe o peliculă pozitivă, negativul timpului zero. Această tehnică are avantajul de a elimina toate pseudofluorescențele, dar ea prezintă inconvenientul de a fi lungă și complicată și de a se pierde uneori unele detalii ale fluorescenței adevărate. Se poate la fel observa în stadiile tardive ale angiografiei o fluorescență aparentă a unor structuri a căror intensitate crește și ale căror limite rămîn nete. Această pseudofluorescență tardivă se remarcă, ca și cea precoce, la nivelul suprafetelor reflectorizante ale fundului de ochi ca papilă sau un exudat. Ele mai pot fi determinate și de difuziunea fluorescenței în umoarea apoasă și umoarea vitroasă, unde moleculele de colorant în suspensie devin sursa unor radiații luminoase, care impresionează pelicula fotografică. Filtrul de oprire în acest caz nu are nici un rol, căci este vorba de o lumină fluorescentă adevărată. Creșterea intensității se explică prin acumularea din ce în ce mai mare a colorantului la nivelul mediilor transparente și aceasta antrenează uneori o albire a clișeului în stadiul terminal.

Contraindicații. Contraindicațiile medicale sînt excepționale și se reduc la insuficiență renală gravă și stări alergice. Contraindicațiile tehnice sînt numeroase și în general determinate de toate afecțiunile care produc o tulburare în transparența mediilor oculare, ce pot determina fluorescență parazitară.

ANGIOGRAFIA FLUORESCENICĂ ÎN PATOLOGIA FUNDULUI DE OCHI

Permite studiul dinamicii circulatorii în diferite afecțiuni vasculare retiniene. Ea dă date utile asupra tulburărilor de permeabilitate la nivelul membranelor profunde ale ochiului și poate decela leziuni ce nu pot fi individualizate oftalmoscopic sau biomicroscopic. Confruntarea rezultatelor furnizate prin angiografie cu alte metode de explorare este adesea instructivă.

— În obliterarea arterei centrale a retinei și a ramurilor sale se poate stabili gradul de întrerupere al curentului

sanguin, întinderea teritoriului ischemizat și apoi gradul de recuperare.

— În spasmul arterei centrale a retinei se constată încetinirea curentului sanguin la nivelul vaselor retinei. Timpul arteriolar nu survine decât în a 23-a secundă și trebuie să treacă mai mult de 40 secunde până ce venele se colorează complet.

— În arterită se constată o întârziere circulatorie. Timpul arteriolar apare în a 20-a secundă. În stadiul tardiv fluoresceina difuzează prin peretele arterial datorită tulburărilor de permeabilitate vasculară.

— În tromboza de venă centrală există o încetinire considerabilă a timpului venos. Staza venoasă importantă arată trecerea fluoresceinei în afara vaselor. În a 60-a secundă colorația este încă intensă.

— În hipertensiunea arterială, elementul dinamic important constă în încetinirea circulației. Timpul braț-retină este alungit în mod simetric la ambii ochi. Timpul circulației retiniene este crescut. Pe plan morfologic, angiografia fluoresceinică precizează exact lumenul vaselor, realizarea fenomenului de încrucișare, aspectul morfologic al capilarelor retiniene și rolul lor în determinarea hemoragiilor și a exudatelor. Rețeaua capilară este în special vizibilă datorită dilatării ei.

— În diabet, angiografia fluoresceinică a fost mult studiată. În stadii incipiente se pun în evidență leziuni încă nevizibile oftalmoscopic și în special microanevrisme și hemoragii punctiforme. Într-un stadiu mai avansat se observă bridele din retinita poliferantă, se constată vasele care formează aceste bride. Individualizarea lor este necesară pentru fotocoagulare.

— În corioretinitele periferice apar zone de dilatare capilară, vase de neoformație, microanevrisme.

— În corioretinita seroasă centrală se constată dispoziția colorantului în puna de edem macular.

— În degenerescenta tapeto-retiniană se constată o colorație intensă în timpul arteriolar în regiunea peripapilară, corespunzătoare fluoresceinei coroidiene văzută prin epitelul pigmentar alterat.

— Tumorile benigne intraoculare nu rețin colorantul.

Tumorile metastatice sînt în general puțin vascularizate și nu prezintă o fluorescență importantă.

Melanomul malign prezintă o colorație precoce a masei tumorale, fluorescența sa crescînd în timp și persistînd mai mult timp.

Hemangiomul coroidian se comportă de o manieră identică. Dar datele nu sînt categorice deoarece la nivelul unei tumori primitive pot fi tromboze întinse, ce nu permit pătrunderea fluoresceinei. De asemenea tumorile metastatice sînt de structuri diferite și pot fi confundate cu melanoamele maligne.

În retinoblastom aportul angiografiei nu este de reținut.

În glaucomul cu unghi deschis studiul papilei a adus unele date noi, deși nu există un paralelism între imaginile angiografice și deficitale funcționale.

Angioscleroza coroidiană profundă se traduce prin plaje atrofice în hartă geografică, ce nu sînt vizibile oftalmoscopic.

Din cele expuse rezultă că angiografia fluoresceinică permite un studiu dinamic al circulației corio-retiniene, ce ajută la stabilirea diagnosticului și a întinderii leziunilor. Pune în evidență anomaliile de permeabilitate vasculară, neevidențiate în alte tehnici. Ea aduce un aport însemnat în aprecierea sediului și întinderii leziunilor corio-retiniene. Ea nu se substituie ci completează celelalte metode de explorare.

ANGIOGRAFIA FLUORESCIGINICĂ A SEGMENTULUI ANTERIOR

După rezultatele obținute în angiografia fluoresceinică a polului posterior, studiul angiografic al segmentului anterior a devenit un obiect de cercetare începînd din anul 1968. Injecția cu fluoresceină este asemănătoare. De menționat că vizualizarea circulației conjunctivale este greu de interpretat. În funcție de dimensiunile pupilare, de gradul de pigmentare a irisului și de tulburările de permeabilitate capilară apar dificultăți și în studiul angiografic al segmentului anterior.

Angiografia normală. Circulația conjunctivală se individualizează între a 10-a și a 20-a secundă după injecție. Nu se pot face distincții între artere și vene decît prin faptul că primele se impregnează mai rapid, sînt mai bogate și mai

sinuoase. Ramificațiile limbice apar în a 50—60-a secundă, când colorantul difuzează puternic și nu mai permite interpretarea circulației conjunctivale.

Circulația iriană este pusă în evidență la câteva secunde după circulația conjunctivală. Arterele sînt primele care apar cu aspect radiar, sinuos. La 5—10 secunde apare apoi rețeaua capilară și venoasă. Circulația iriană rămîne mult invizibilă deoarece aici nu se produc fenomene de difuziune ca la nivelul conjunctivei. Marele cerc arterial al irisului poate să se observe uneori când irisul este decolorat. Micul cerc arterial apare însă constant în stadiul de injectare al venelor. El se prezintă sub forma unui inel neregulat în zig-zag, frecvent incomplet. Dispoziția vaselor iriene variază cu starea pupilei. Ele sînt rectilinii în miozis și devin sinuoase în midriază. Fluorescența umoarei apoase apare la 5 secunde după injecție.

ANGIOGRAFIA PATOLOGICĂ A SEGMENTULUI ANTERIOR

În panusul trahomatos studiul angiografic permite mai bine individualizarea vaselor și a infiltrațiilor corneene. Extremitatea panusului este bogat vascularizată, cu bucle terminale sub forma unor adevărate anevrisme saculare.

În diabet se observă bine prezența vaselor de neoformăție. Impregnarea este rapidă la 20—30 secunde. Către cea de a 40-a secundă colorantul difuzează la început în stroma iriană apoi și în camera anterioară.

În irite se constată o impregnare rapidă a vaselor la 15 secunde de la injectare.

Fluoresceina difuzează în interiorul stromei datorită tulburărilor de permeabilitate capilară. La nivelul sinechiilor, fluoresceina persistă mult timp.

În glaucomul cu unghi deschis se constată vase dilatate și sinuoase.

În glaucomul cu unghi închis se constată o dispariție totală a vaselor iriene. Nu persistă decît fine vase la nivelul marginii pupilare. Fluoresceina apare foarte repede în camera anterioară.

În pseudoexfolierea capsulară se constată apariția de vase de neoformăție, dînd impresia unor microanevrisme.

În uveitele hipertensive, imaginile sînt asemănătoare cu acele din irite și glaucomul acut. Se constată o difuziune precoce și masivă a fluoresceinei în stroma iriană. În glaucomul hemoragic, angiografia arată prezența de neovase pe suprafața irisului.

În glaucomul tratat chirurgical se constată o diminuare a alterațiilor vasculare și a fenomenului de difuziune, dar fără o revenire completă la normal. Zona fistulei este marcată printr-o umbră, ce se deosebește net de fluoresceina difuzată din vasele conjunctivale. Conjunctiva, la nivelul fistulei, nu devine fluorescentă din cauza prezenței umoarei apoase, care împiedică difuziunea.

Angiografia fluoresceinică a segmentului anterior arată modificări ale circulației normale cu apariția unor vase de neoformație și fenomenul de difuziune a fluoresceinei la nivelul acestor vase.

XIII. ELECTROFIZIOLOGIA CLINICĂ A RETINEI ȘI A CORTEXULUI VIZUAL

Există astăzi posibilitatea de a înregistra activitatea electrică spontană și provocată de la nivelul retinei și a centrilor vizuali în aprecierea unor manifestări patologice ale funcției vizuale.

DATE ANATOMO-FIZIOLOGICE

Retina, din punct de vedere anatomic, este constituită din două feluri de țesuturi.

Un țesut nervos ectodermic, format din celule nervoase repartizate în straturi suprapuse, fiecare avînd o individualitate proprie :

- stratul celulelor vizuale cu conuri și bastonașe ;
- stratul celulelor bipolare constituind neuronul intermediar ;
- stratul celulelor ganglionare constituind neuronul cerebral al cărui axon formează fibra nervoasă a retinei ce intră în alcătuirea nervului optic, a chiasmei și a bandulețelor optice pînă la corpii geniculați externi care constituie centrul vizual primar.

Alte celule nervoase intercalate (celule orizontale, celule amacrine), reprezintă cu prelungirile lor elemente de asociație.

Un țesut de origine mezodermică constituit din elemente de susținere (fibre Müller) și din vase.

Microscopia electronică a arătat că există legături sinaptice complexe la toate aceste nivele, fapt care facilitează transmiterea influxului nervos. Astfel, în timp ce celulele cu conuri maculare au legături monosinaptice, celulele vizuale din retina periferică au legături sinaptice cu mai multe

celule bipolare în afara legăturilor sinaptice dintre ele. În ceea ce privește terminațiile sinaptice ale celulelor bipolare la nivelul stratului plexiform intern, ele sînt mai reduse decît a celulelor vizuale (fig. 140).

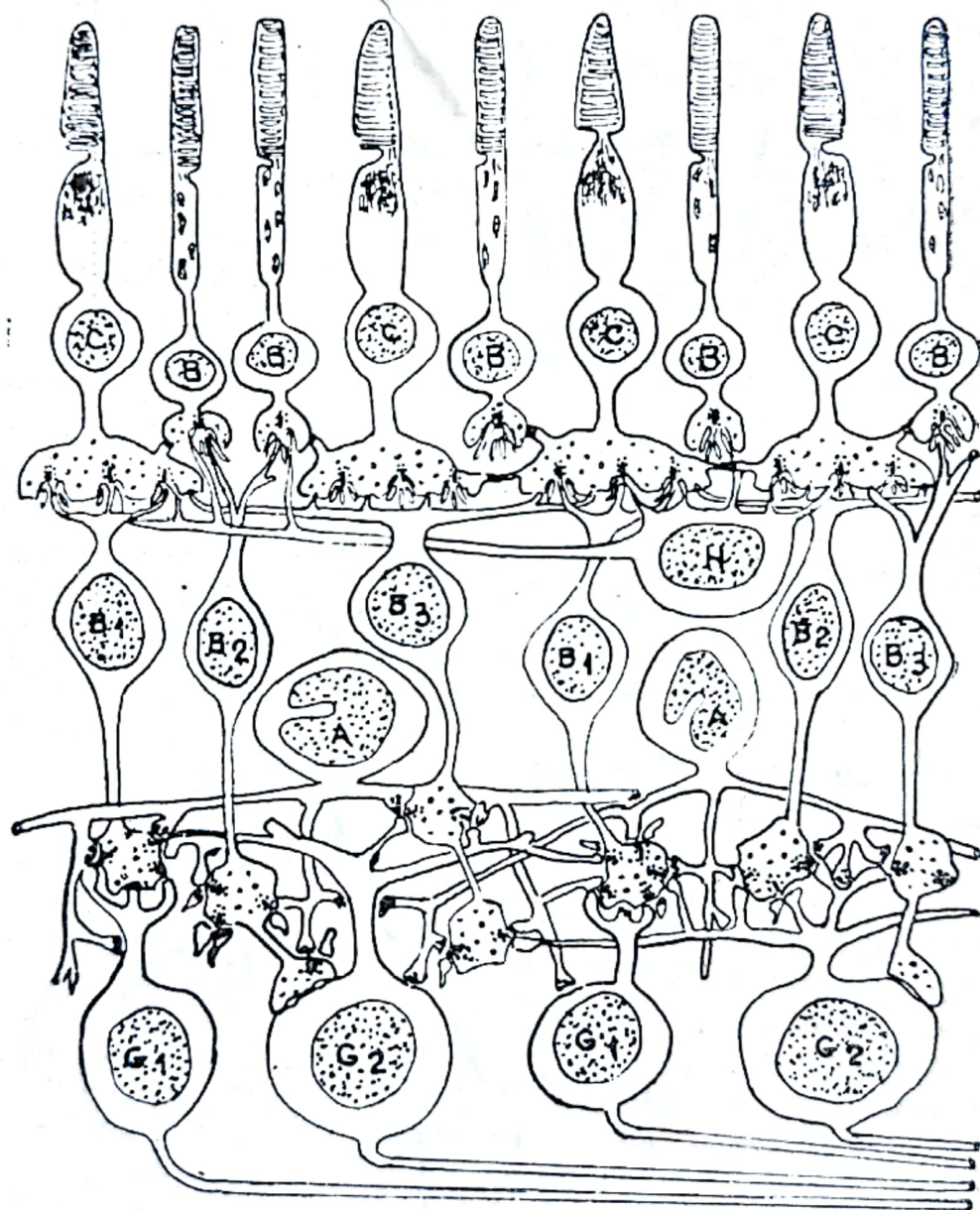


Fig. 140.

Legături sinaptice în stratul plexiform extern și intern ; B — bastonaș ; C — con ; H — celule orizontale ; B₁, B₂ — celule bipolare ; A — celule amacrine ; G₁, G₂ — celule ganglionare (după Dowling și Boycott).

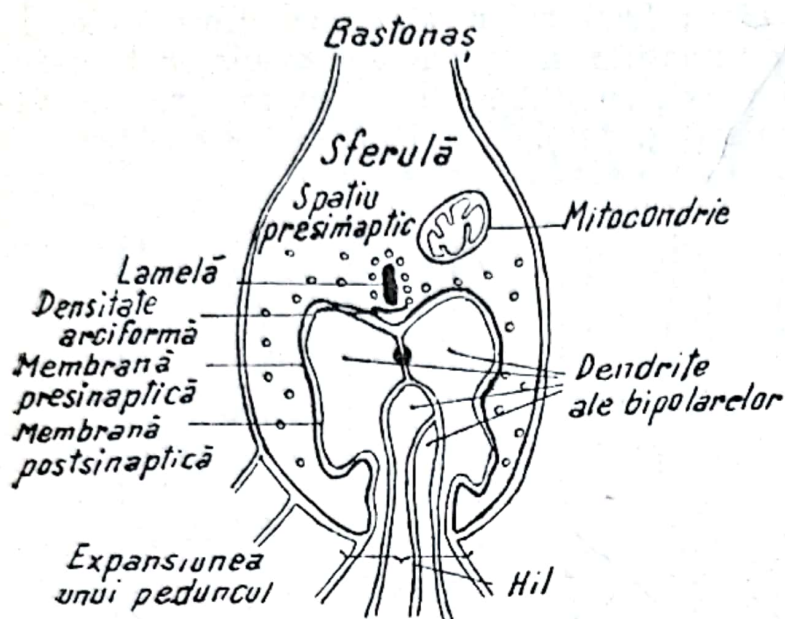


Fig. 141.

Reprezentare schematică a unei sferule a bastonașului (după Missoten).

Pedunculul conului conține la fel numeroase vezicule presinaptice ca și sferula bastonașelor primind dendrite de la mai multe celule bipolare precum și expansiuni laterale de la celulele vizuale vecine (fig. 142). De menționat și legăturile sinaptice ale celulelor de asociație cu axonul celulelor bipolare și dendritele celulelor ganglionare la nivelul straturilor plexiforme interne (fig. 143). Toate aceste legături sinaptice facilitează transmiterea influxului nervos.

Percepția vizuală este conservată, triată și mo-

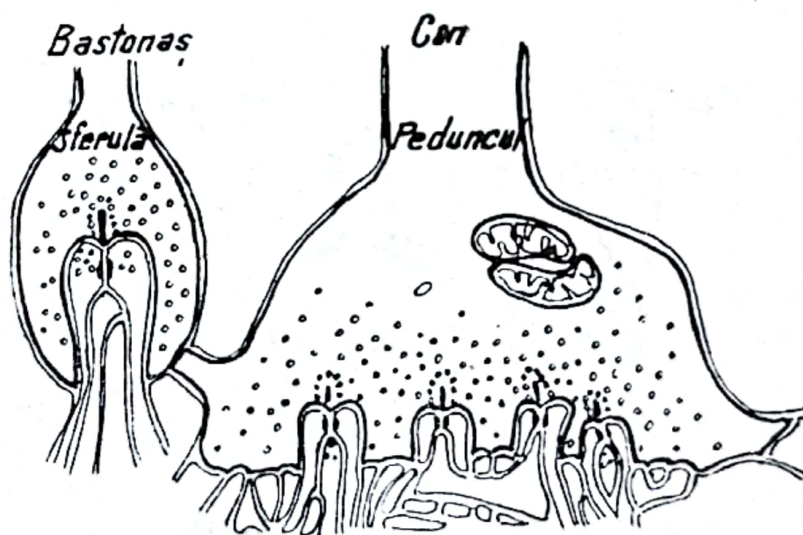


Fig. 142.

Reprezentare schematică a unui peduncul al conului terminal și a unei sferule a bastonașelor cu legăturile lor sinaptice (după Missoten).

Celulele cu cornuri și bastonașe au un aparat sinaptic complex. Sferula terminală a bastonașului de formă ovalară, conține un aparat sinaptic format din 2—7 vezicule perisinaptice, lamele sinaptice și invaginații terminale ale dendritelor celulelor bipolare. Fiecare dendrită aparține la o altă celulă bipolară (fig. 141).

dificată etaj cu etaj. La nivelul celulelor vizuale prin reacții fotochimice are loc o percepție vizuală brută. Ea este modelată și transpusă într-o modulație de frecvență la nivelul celulelor bipolare. Aici există deci un potențial gradat cu diferite variații de amplitudine în funcție de felul mesajului transmis. La nivelul celulelor ganglionare, mesajul suferă o primă analiză și este transmis la centrii superiori prin nervul optic. Ansamblul codajului realizat este foarte complex și transmis sub forma unui potențial de acțiune de aceeași amplitudine, dar cu frecvențe diferite. La nivelul corpurilor geniculați externi, mesajul este epurat și ameliorat dar nu este modificat. La nivelul creierului, mesajul vizual apare sub forma unui mesaj potențial global (potențial evocat). Aici el este integrat și i se dă interpretarea definitivă de formă, culoare, mișcare.

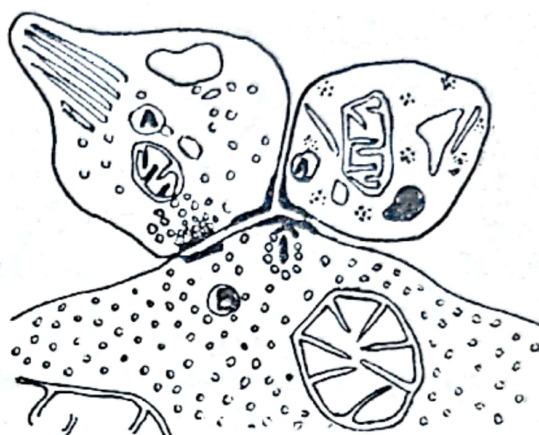


Fig. 143.

Sinapsă în diadă între dendritele a două celule ganglionare (A), cu dendrita unei celule amacrine (B) (după Dowling și Boycott).

Electrooculograma reprezintă culegerea potențialului de repaus de la nivelul retinei și arată stadiul funcțional al epiteliului pigmentar și al articolului extern al fotoreceptorilor retinieni. Electoretinograma reprezintă culegerea potențialului electric retinian provocat printr-o stimulare luminoasă și arată activitatea cuplului receptor, celulă sensorială-celulă bipolară.

Potențialul occipital evocat reprezintă proiecția la nivelul cortexului vizual a acestui potențial de acțiune, sub efectul unei stimulări luminoase.

Este de asemenea posibil de a se cerceta timpul retino-cortical, care arată durata de propagare a mesajului sensorial la nivelul cortexului.

ELECTROOCULOGRAFIA

Principiu. Procesele chimice și ionice de la nivelul retinei dau naștere în obscuritate la o diferență permanentă de potențial, existentă între structurile interne și cele externe

ale acestei membrane. Retina, ca membrană nervoasă, este încărcată electric, straturile sale cele mai externe fiind electronegative iar cele mai interne electropozitive. Această diferență permanentă de potențial la scară celulară se reproduce la nivelul globului ocular sub forma unui dipol, care poate fi culeasă printr-un electrod cornean ce captează electropozitivitatea straturilor interne ale retinei și altul la nivelul peretelui posterior al globului, ce

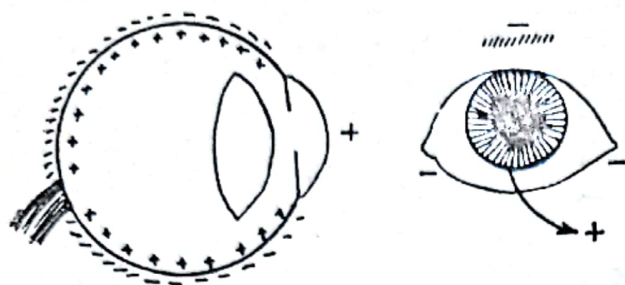


Fig. 144.
Potențialul de repaus al retinei.

captează electronegativitatea straturilor externe (fig. 144).

Axa acestui sistem polarizat este dispusă în axa optică a globului ocular, dar în practică este imposibil de a se înregistra în mod direct această diferență de potențial, pentru că ar însemna să se aplice un electrod la nivelul polului posterior al globului ocular. Deoarece regiunea periorbitară dispune de aceeași electronegativitate ca și structurile externe ale retinei, dipolul corneei-pol posterior al globului ocular echivalează cu derivația corneei-regiunea periorbitară, făcând posibilă măsurarea indirectă a acestui potențial, prin înregistrarea variațiilor sale în timpul mișcării ochiului. Această înregistrare constituie electrooculograma.

Când globul se deplasează înăuntru, în afară, în sus și în jos, axul acestui sistem polarizat își schimbă direcția și se produce atunci o modificare în repartiția potențialelor electrice ale regiunilor periorbitare.

Tehnica de înregistrare. Examenul este simplu și ușor acceptat de bolnavi. Subiectul este așezat în scaunul de electroencefalografie, tegumentele degresate cu eter; el privește înainte, pe un fond negru, două repere albe sau roșii, situate de o parte și de alta a liniei mediane. Examenul se face în obscuritate sau în lumină albă slabă. Un dispozitiv de ebluizare permite, timp de câteva minute, o stimulare luminoasă puternică. Dispunerea electrozilor periocular este în funcție de autor:

— câte doi electrozi activi pe marginile laterale ale fiecărei orbite, după François și colab. (fig. 145);

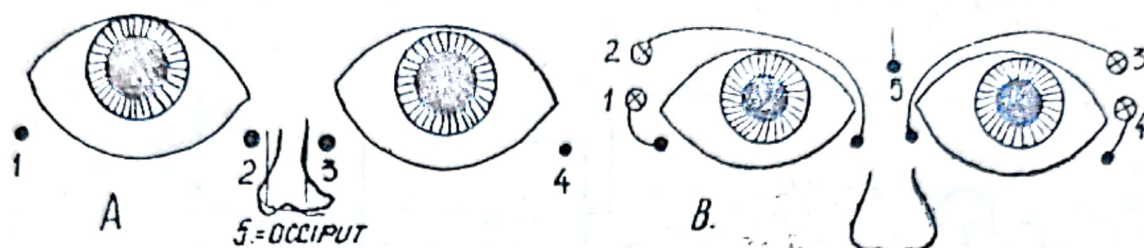


Fig. 145.

Aplicarea electrozilor: A — tehnica François, Verriest, De Rouck; B — tehnica Arden și Kelsey.

— la dispoziția orizontală se adaugă și o dispoziție verticală, printr-un electrod dispus la nivelul rebordului orbital superior și inferior, pentru a se înregistra și mișcările de verticalitate (fig. 146).

Plasarea electrodului indiferent este, după François și colab. la nivelul occiputului, după Arden și Kelsey în spațiul intersprincenar, iar după Shackel și Davis la nivelul lobului urechii.

Bolnavul va privi succesiv la dreapta, apoi la stînga, fixînd reperele luminoase. Atunci cînd există electrozi dispuși în verticalitate, subiectul va privi în sus și în jos. Amplitudinea mișcărilor trebuie să respecte reperele fixate pentru a nu modifica traseul. Principiul este același, indiferent de procedeele de amplasare a electrozilor: o mișcare a ochiului modifică cîmpul electric și favorizează o deflexiune pozitivă sau negativă în funcție de direcția mișcării.

Aspectul electrooculogramei normale se caracterizează printr-o succesiune de deflexiuni cu alternanță pozitivă și negativă și cu reveniri la linia de bază. Astfel, pentru ochiul drept, în privirea spre stînga, deflexiunea este negativă, căci electrodul este indus negativ prin polul posterior electronegativ al glo-

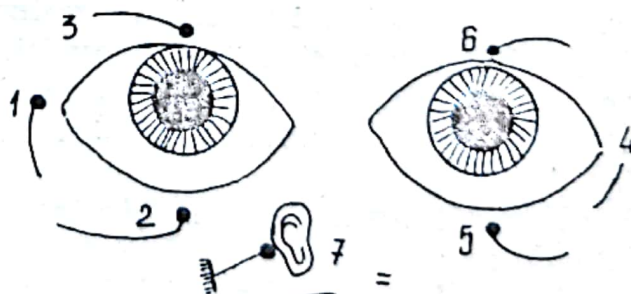


Fig. 146.

Aplicarea electrozilor după Shackel și Davis.

bului. În privirea spre dreapta traseul devine electropozitiv cu deflexiunea în jos, căci electrodul temporal este indus pozitiv prin polul anterior al corneei (fig. 147).

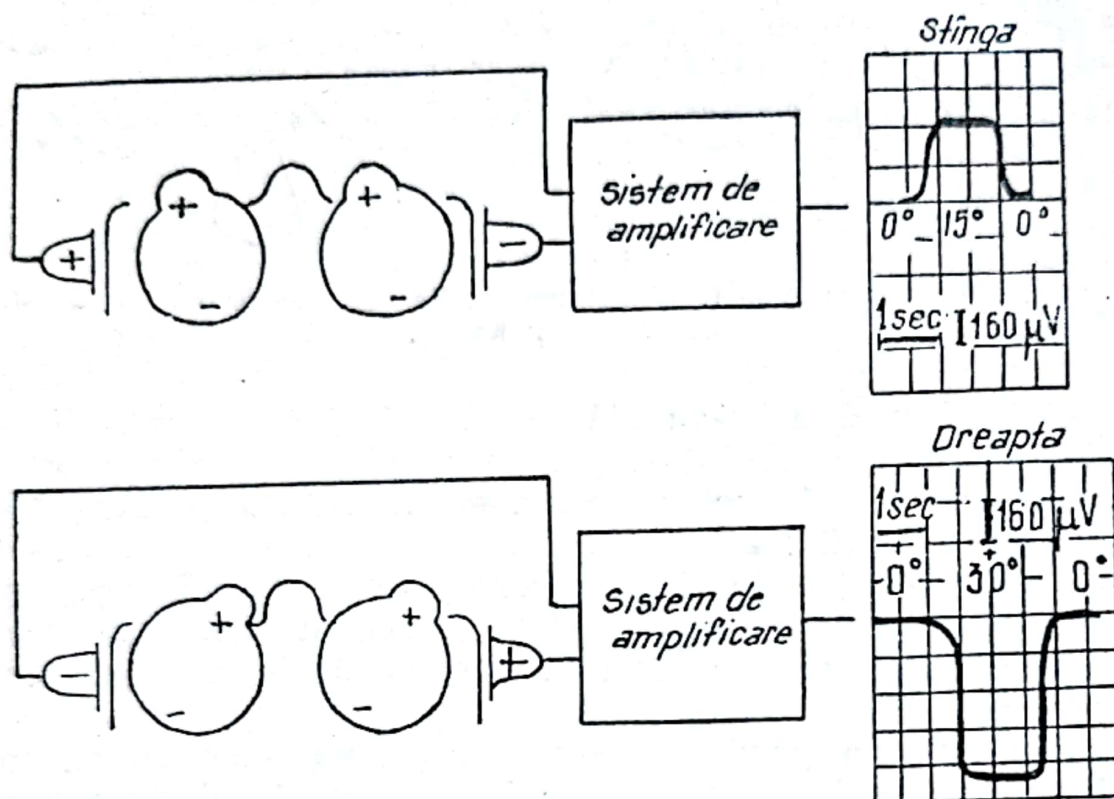


Fig. 147.
Modificarea polarității.

În revenire la poziția primară traseul revine la linia de bază. Aceeași alternanță se produce și pentru ochiul stîng. Amplitudinea undelor este calculată în microvolți de la vârful deflexiunii la linia de bază. Potențialul de repaus al retinei variază cu stadiul de adaptare retiniană. Fără o adaptare specială se obține normal un potențial de bază, care se stabilește între 200 și 800 microvolți. După ebluisare acest potențial trece la un maxim (potențial L). În cursul adaptării la obscuritate el devine minim la 10 minute (potențial D) (fig. 148).

Variații normale ale electrooculogramei. Sînt determinate de :

— vîrsta, care modifică amplitudinea răspunsurilor, fapt care a impus adoptarea unor tabele corectoare pe decade de vîrstă ;

— starea psihică influențează traseul, fapt care impune ca bolnavul să fie liniștit, iar electrooculograma să fie efectuată după câteva minute de repaus. Fumatul reduce amplitudinea traseului;

— deplasarea insuficientă sau excesivă a globilor oculari modifică traseul ca și electrozii rău plasați;

— ambianța luminoasă poate și ea modifica traseul. Dacă ochiul este adaptat la obscuritate și este stimulat printr-o lumină intensă, amplitudinea voltajului crește. Dacă ochiul este supus la o lumină puternică, apoi examinat în obscuritate, amplitudinea traseului diminuează.

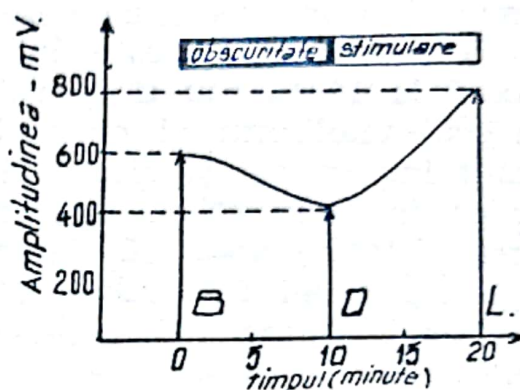


Fig. 148.
Interpretarea traseului
(după Dorne).

Interpretarea clinică a electrooculogramei. Se notează electrooculograma făcând raportul între potențialul maxim și minim. Se utilizează $L/D \times 100$ în care L este amplitudinea electrooculogramei în al 10-lea minut de la ebluisarea continuă și este potențialul maxim; D este amplitudinea electrooculogramei în al 10-lea minut de obscuritate și este potențialul minim (fig. 148). Normal acest raport este superior sau egal cu 180%. În funcție de acest raport, electrooculograma poate fi considerată: normală, peste 185%; subnormală, între 185—160%; anormală, între 160—140%; patologică între 140—120%; stinsă sub 120%.

Electrooculograma în patologie. Electrooculograma ocupă un loc important în explorarea epiteliului pigmentar al retinei. Astfel, electrooculograma patologică cu electroretinogramă normală arată o perturbare la nivelul epiteliului pigmentar și absența unei atingeri profunde și importante a retinei. Electrooculograma confirmă diagnosticul pre-oftalmoscopic al unor leziuni.

În sindroame funcționale (discromatopsie congenitală, hemeralopie esențială) apar modificări discrete.

În leziuni organice corio-retiniene, electrooculograma este comparabilă cu electroretinograma. Astfel în retinopatia pigmentară valoarea de bază a electrooculogramei este dimi-

nuată. Aceeași modificare se constată și în maladia lui Stargardt.

În discul viteliform al maculei, electrooculograma este totdeauna perturbată chiar dacă acuitatea vizuală este normală în comparație cu electroretinograma care este normală. Electrooculograma este întotdeauna patologică adică inferioară la 140% sau chiar sub 120%. Acest fapt arată că în discul viteliform al maculei, leziunile epitelului pigmentar sînt importante și difuze și de aici necesitatea acestui examen în diagnosticul diferențial cu alte maculopatii. Deutmann (1969) arată că electrooculograma permite de a decela gena patologică la subiecții purtători, în familiile cu disc viteliform al maculei, chiar atunci cînd fundul de ochi este normal.

În microftalmie, colobom uveal, electrooculograma este subnormală.

În corioretinite traseul este diminuat numai atunci cînd procesul este întins. În faza de regresie și vindecare se constată o revenire la normal a traseului.

În retinopatia seroasă centrală, electrooculograma este normală, fapt ce elimină o maculopatie organică. În retinopatia diabetică și albuminurică se constată o diminuare a traseului, paralel cu electroretinograma în funcție de întinderea leziunilor.

În tromboza de venă centrală, electroretinograma este alterată din prima zi a afecțiunii, pe cînd electrooculograma este alterată din a 4-a zi, cînd apar leziuni la nivelul epitelului pigmentar.

În miopia degenerativă traseul este subnormal.

Glaucomul afectează electrooculograma, numai în forma acută și în stadiile terminale.

În deslipirea de retină, traseul este modificat direct proporțional cu gradul decolării. Este utilă de efectuat în special în decolările de retină cu medii opace (cataractă, hemoragii în vitros).

În intoxicații, electrooculograma este mai sensibilă decît electroretinograma, fapt care arată inițial o suferință la nivelul epitelului pigmentar. Mult mai tîrziu celulele cu conuri și bastonașe sînt alterate și apar atunci modificări și ale electroretinogramei.

În sideroza globului ocular alterațiile traseului sînt mai tardive în comparație cu electroretinograma.

În afecțiuni ale căilor optice electrooculograma este normală.

ELECTRORETINOGRAFIA

Activitatea electrică a retinei este de mult timp cunoscută. Dubois Raymond (1849) a pus în evidență un potențial de repaus la nivelul retinei. Holmgreen (1865) studiază înregistrarea acestui curent retinian. Tot el menționează apariția unui potențial electric ocular sub influența luminii. Curentul de acțiune este cules printr-un simplu galvanometru. El constată prezența unei diferențe de potențial între polul anterior și polul posterior al globului. Granit (1933) analizează diferențele componente ale răspunsului retinian sub influența stimulilor luminoși. După ce mulți ani electroretinograma nu a fost decît o simplă tehnică de laborator, Karpe (1945), la Stockholm, o aplică în clinică. În ultimii 10 ani, Jayle, la Marsilia, și François, la Gand, au adus noi contribuții clinice.

Electroretinograma reprezintă culegerea potențialului electric retinian, provocat printr-o stimulare luminoasă și arată activitatea cuplului receptor celulă sensorială — celulă bipolară. Distrucția experimentală a straturilor externe ale retinei prin iodat de sodiu și acetat de sodiu suprimă orice răspuns electroretinografic; el este păstrat însă atunci cînd sînt distruse numai celulele ganglionare.

Înregistrarea electroretinogramei este posibilă printr-un electrod periocular plasat în regiunea orbitară antero-externă, care primește electronegativitatea straturilor externe și un electrod cornean, sub forma unei sticle de contact, care primește electropozitivitatea straturilor interne. Aportul electroretinogramei a crescut mult în ultimii ani, deoarece înregistrarea activității bioelectrice retiniene permite de a afirma sau infirma prezența unei cecități în special la copiii mici, de a preciza diagnosticul etiologic în unele afecțiuni și starea retinei atunci cînd mediile oculare sînt opace (leucom, cataractă, opacifieri vitreene). Interpretarea electroretinogramei este accesibilă oricărui clinician, cu condiția de a cunoaște aspectul traseului normal, modalitățile de înregistrare și caracterul răspunsurilor patologice.

Traseul normal al electroretinogramei se obține cu un luminaj alb, intens și scurt. Se constată :

— o deflexiune negativă, numită unda „a“, cu amplitudinea de 100 microvolți ;

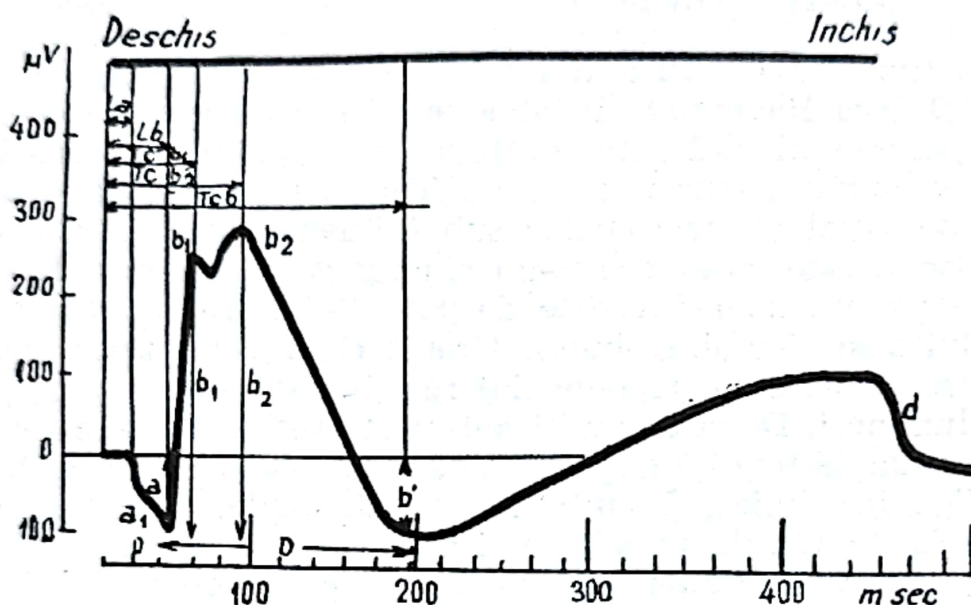


Fig. 149.

Electroretinograma normală : a — amplitudinea undei „a“ ; b — amplitudinea undei „b₁“ ; b₂ — amplitudinea undei „b₂“ ; D — durata undei „b“ ; La — latența undei „a“ Lb — latența undei „b“.

— o deflexiune pozitivă, numită unda „b+“, cu o amplitudine de 400 microvolți, calculată convențional de la vârful său pînă la vârful undei „a“ ;

— o deflexiune negativă, numită unda „b—“, care nu este de origine retiniană, ci de natură pupilomotorie (fig. 149).

Perfecționările tehnice au permis de a se obține o dedublare a undelor „a“ și „b“ în „a₁“ și „a₂“ și „b₁“ și „b₂“. Electroretinograma poate fi atunci considerată ca o suprapunere a celor două răspunsuri a celulelor cu conuri și bastonașe, ușor decalate în timp (fig. 150). Răspunsul conurilor este mai rapid, datorită conexiunilor monosinaptice cu celulele bipolare, care facilitează descărcarea. Predominanța re-

lativă a componentei fotonice sau scotopice depinde de caracterul stimulilor și de unii factori oculari, printre care nivelul de adaptare retiniană.

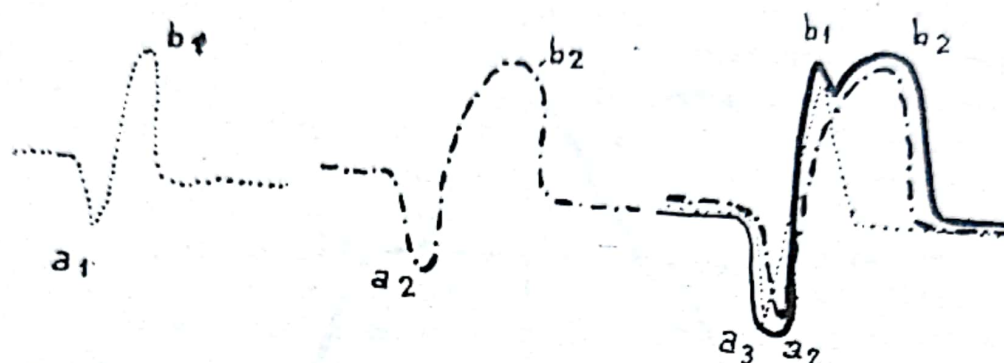


Fig. 150.

Electoretinograma rezultată din suprapunerea celor două electroretinograme elementare.

CARACTERUL STIMULILOR

Intensitate. Intensitatea stimulilor condiționează amplitudinea de înregistrare și morfologia electroretinogramei. Amplitudinea răspunsurilor se calculează în microvolți, ținând cont de sistemul de amplificare ales. Amplitudinea undei „a” este măsurată de la linia de bază până la vârful deflexiunii undei „a₂”; amplitudinea undelor „b₁” și „b₂” poate fi determinată în același fel luând ca referință linia de bază, dar cel mai adesea se calculează voltajul acestor unde de la vârful undei „a₂” care reprezintă de altfel începutul undei „b₁”. Durata undei se deduce de la începutul la sfârșitul deflexiunii, în funcție de viteza de derulare a hîrtiei. Astfel, pentru unda „b” durata este cuprinsă între vârful undei „a₂” și revenirea deflexiunii la linia de bază. Stimularea trebuie să fie suficient de intensă, de 300 luși, pentru a induce un răspuns. Amplitudinea traseului crește cu intensitatea stimulilor până la un anumit nivel. Aplicarea de filtre între ochi și sursa de excitație produce o diminuare a amplitudinilor. Pentru a putea obține dedublarea undelor „a” și „b” trebuie o stimulare intensă. Același lucru și atunci cînd dorim să punem în evidență mici deflexiuni pozitive în porțiunea ascendentă a undei „b”, numite potențiale oscilatorii sau unde „e₁”, „e₂”, „e₃”.

Durata. Stimularea trebuie să fie scurtă, inferioară la 10 milisecunde. Când se utilizează un stimul lung traseul obișnuit se prelungește prin două unde pozitive „c” și „d”.

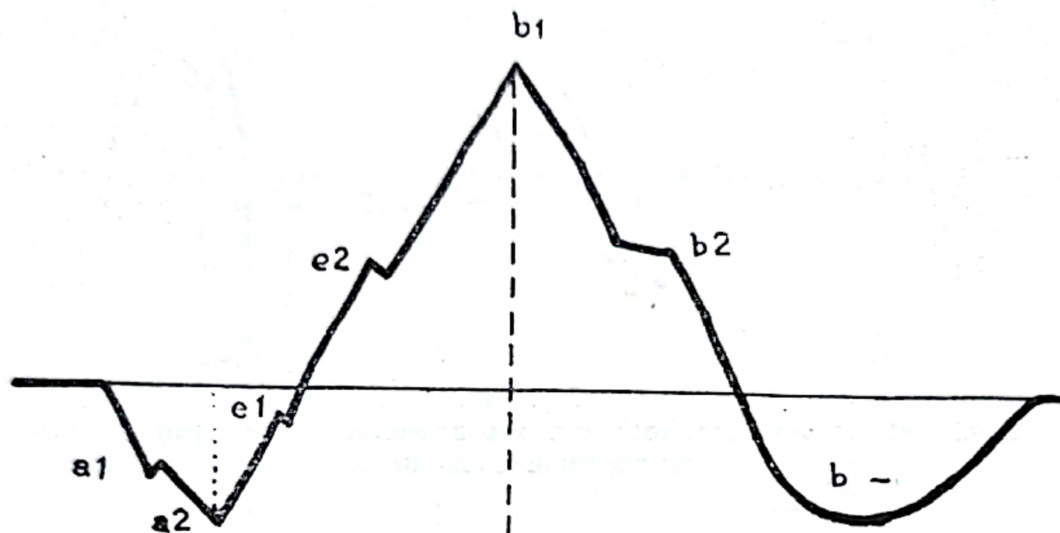


Fig. 151.

Electoretinograma normală în funcție de stimulare și adaptare. Alungirea amplitudinii undei „b₁” și „b₂” în cursul adaptării la obscuritate (după Perdriel).

Componentele tardive sînt deformate și chiar complet ascunse prin artefacte produse de clipitul pleoapelor sau de mișcări ale globului ocular. Potențialele tardive nu sînt decelabile decît la subiecți foarte calmi, care cooperează. De aceea în practică se utilizează întotdeauna stimuli scurți.

Lungimea de undă. Amplitudinea variază cu lungimea de undă a stimulilor. Atunci cînd retina este adaptată la lumină, la stimuli albi, se obține o dedublare a răspunsurilor „a₁” și „a₂” și „b₁” și „b₂”. Potențialele oscilatorii sînt în număr de două : „e₁” și „e₂” la stimuli roșii, iar unda „b₁” are o amplitudine superioară undei „b₂”; la stimuli albaștri, complexul „b” este rotunjit cu aspect de dom (fig. 151). Atunci cînd retina este adaptată la obscuritate, după o ebluisare de trei minute la stimuli albi, amplitudinea undelor „b₁” și „b₂” crește progresiv cu durata de adaptare, dar proporțional creșterea lui „b₂” este mai accentuată. Potențialele oscilatorii suferă și ele modificări cu reducerea latențelor lui „e₁” și „e₂” iar „e₃” apare spre al treilea minut. Cu stimuli

roșii, la a 30-a secundă „b₁” apare predominant, arătând un răspuns exclusiv al sistemului fotic. Spre al 11-lea minut se asistă la apariția lui „b₂” și la o creștere progresivă a amplitudinii lui care devine net superioară la sfârșitul adaptării. Ceea ce interesează în practică este că stimulii roșii acționează asupra receptorilor fotici în special, dau trasee de mică amplitudine și facilitează obținerea dedublării.

Frecvența. Creșterea frecvenței unei surse luminoase intermitente dă o senzație de pîlpîire, apoi un luminaj continuu. Se atinge atunci frecvența critică de fuziune subiectivă. Paralel, cînd se crește frecvența stimulilor, se obține un răspuns din ce în ce mai puțin amplu, apoi o aplatizare a traseului. Este atinsă frecvența critică de fuziune obiectivă care este fixată la 80 cicli/sec.

FACTORI OCULARI

Nivelul de adaptare retiniană. În cursul adaptării la întuneric bastonașele iau locul conurilor ca sistem receptor. Aceasta se traduce electroretinografic prin reducerea progresivă a amplitudinilor undelor „a₁” și „b₁”, paralel cu creșterea undelor „a₂” și „b₂”. La nivelul unghiului alfa, „a₁ = a₂” și „b₁ = b₂” (fig. 152).

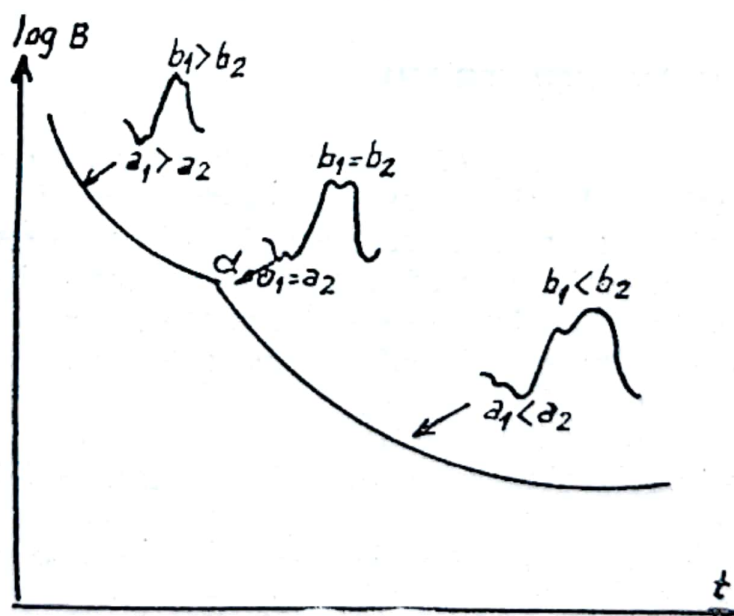


Fig. 152.
Aspectul electroretinogramei în funcție de nivelul de adaptare retiniană.

Unii autori (Sole) propun de a studia variațiile amplitudinilor „ b_2/b_1 ” în cursul adaptării la obscuritate.

Topografia retiniană. Aspectul traseului diferă în funcție de regiunea retiniană explorată. În practică se utilizează însă stimuli globali, din considerente tehnice.

Diametrul pupilar. Midriaza amplifică răspunsurile, iar mioza le diminuează, dând un fals aspect de stingere a sistemului fotopic. De acest fapt trebuie să se țină seama în special la glaucomatoși. În practică se utilizează pupila dilatăată.

Vîrsta. Electroretinograma se modifică cu vîrsta. La noul născut electroretinograma este de tip scotopic, cu o diminuare atît a undei „a” cît și a undei „b”. Ele cresc progresiv, pentru ca la doi ani să ajungă la valori normale. După 50 de ani unda „b” diminuează și trece de la 400 la 300 microvolți.

Starea de pigmentare retiniană. Electroretinograma este mai amplă atunci cînd există o reducere a pigmentului retinian.

Anestezia generală reduce voltajele și alungește durata răspunsurilor.

Opacifieri ale mediilor. Prezența unor leucoame, cataracte, opacifieri vitreene, diminuează iluminarea retiniană și micșorează răspunsurile.

TEHNICI DE ÎNREGISTRARE

Aparatura. Pentru efectuarea electroretinogramei este necesar un stimul luminos, un sistem de amplificare și înregistrare, electrozi corneeni, cutanați. Multiplicitatea procedurilor tehnice a necesitat crearea unui organism internațional (ISCERG) pentru standardizarea aparatelor.

Fotostimulatorul este constituit din :

- o sursă de lumină ;
- un dispozitiv de ebluisare.

Ca sursă de lumină se utilizează mai multe feluri de stimuli luminoși :

- stimulatorul cu sursă constantă ce comportă o sursă luminoasă stabilă și un dispozitiv mecanic, ce face să difere prezentarea luminii. Se utilizează o sursă de lumină neschimbătoare în flux și intensitate, ce poate fi determinată (lămpi cu incandescență, lămpi cu arc) ;

— stimulatorul cu flash electronic comportă o sursă luminoasă cu descărcare în xenon sau neon. Xenonul dă o lumină albă-albăstruie, iar neonul o lumină galbenă. Nu necesită dispozitive speciale pentru a focaliza lumina. Caracterul luminii este dificil de definit, deoarece se modifică în timp. Au avantajul de a fi ușor comercializați și relativ standardizați, fapt care face să fie cei mai răspândiți;

— stimulatorul cu lumină modulată; fasciculul luminos obținut este modulat prin diferite circuite electronice. Astfel, intensitatea, durata și forma stimulilor poate fi modificată. Este mai aproape de condițiile naturale de iluminare.

În practică se utilizează ca sursă de lumină un tub cu descărcare în xenon, ce dă un spectru apropiat de lumina albă. Iluminările sînt intense, de 10 U.L. psb/10 milisecunde și cu o frecvență variabilă de la 1 la 100 iluminări/secundă. Are avantajul că poate fi utilizat și ca dispozitiv de ebluizare.

Electrozii. Se utilizează un electrod activ cu fir metalic de aur, argint sau platină. Cel mai comod însă este de a utiliza o sticlă sclerală perforată, în care se introduce o meșă de bumbac, îmbibată în ser, care asigură un contact perfect și netraumatizant cu corneea. Un electrod indiferent este fixat în regiunea periorbitală, și electrozii pentru înregistrarea electroencefalogramelor sînt dispuși în regiunea occipitală. Rezistența tuturor acestor electrozi trebuie verificată, ea trebuie să fie de 5 000 ohmi.

Sistemul de amplificare și înregistrare. Este necesar de a se utiliza aparate de amplificare, căci diferențele de potențial obținute în electroretinogramă sînt extrem de slabe, de cîteva zecimi de microvolți și nu pot acționa direct asupra sistemelor de înregistrare. Diferența de potențial dintre cei doi electrozi trebuie amplificată printr-un sistem electronic al cărui principiu este cel al triodei (anodă-catodă-grilă). Înregistrarea se face, ca și la electroencefalogramă, cu șase canale: patru pentru electroretinogramă, iar două pentru encefalograma occipitală. Înregistrarea poate fi cu înscriere directă sau se poate cupla la un oscillograf catodic cu înscriere fotografică. Înregistrarea cu înscriere directă este cea mai utilizată, înscrierea făcîndu-se cu penița pe hîrtie care se derulează cu o viteză dată de 6 cm/sec. Inconvenientul constă în inerția rezultată din greutatea peniței și frecarea ei pe hîrtie.

uneori fiind astfel mascate accidentele de slabă amplitudine ale traseelor.

Oscilograful catodic cu înscriere fotografică prezintă o sensibilitate mai mare. Unele aparate posedă tuburi de memorie, care permit de a se conserva pe ecran, într-un timp de mai multe ore, una sau mai multe curbe succesive. Realizarea traseului necesită însă o înscriere fotografică care se face cu o cameră înregistratoare. Posibilitățile de înregistrare sînt aici mai mari, căci amplificarea și viteza de derulare pot varia în limite mai largi. Inconvenientul este manipularea benzii fotografice care crește timpul de înregistrare, dar și acest lucru poate fi ameliorat prin utilizarea hîrtiei fotografice cu dezvoltare instantanee.

Tehnica înregistrării electroretinogramei face apel la diferite procedee de purificare a informațiilor. Oricare ar fi înregistrarea obținută, se constată că micile variații de potențial sînt pierdute în zgomotul de fond provenit din circuitele de amplificare sau de fenomenele fiziologice înregistrate concomitent. Integratori și computeri realizează astăzi un adevărat triaj pe un număr mai mic sau mai mare de sumări și permit a materializa progresiv un răspuns slab dar constant și să anuleze progresiv pe cele de amplitudine variabilă, inconstante, care sînt artefacte.

UTILIZAREA ELECTRORETINOGRAMEI

Primele încercări preconizau o metodă statică care consta în a studia răspunsul retinian în condiții de laborator bine determinate și invariabile. Dar existînd diferite aparate, și răspunsurile erau diferite. Jayle și Boyer au meritul de a fi efectuat o uniformizare a răspunsurilor și de a fi pus la punct o tehnică de explorare dinamică bazată pe trei principii :

- variabilitatea condițiilor de stimulare în funcție de intensitatea luminoasă, lungimea de undă și frecvența iluminărilor ;

- înregistrarea răspunsurilor la diferite nivele de adaptare retiniană ;

- explorarea simultană și a cortexului occipital. Excitarea retiniană se traduce în două feluri la nivelul electroencefalo-

gramei : fie o reacție de oprire, fie un răspuns polifazic cu o undă „a” slab pozitivă, urmată de o undă „b” negativă și o undă „c” net pozitivă. Măsurarea timpului retino-cortical este încă dificilă, deoarece sînt posibile mai multe puncte de reper cu rezultate variabile de la un examen la altul. Obişnuit se măsoară diferența între timpul de latență a undei „c” pe electroencefalogramă, care este la 115 milisecunde și aceea a undei „b” pe electroretinogramă la 35 milisecunde, ceea ce face ca acest timp să fie de 80 milisecunde (fig. 153).

Înregistrarea electroretinogramei dinamice după tehnica lui Jayle-Boyer constă în ebluire timp de trei minute, printr-o lumină albă, realizînd la nivelul retinei o intensitate de 0,13 lumeni. Se lasă retina să se readapteze progresiv la obscuritate, proiectînd pe ea stimuli scurți, pentru a nu se dezadapta, de 10 milisecunde. La 30 secunde se trimite un stimul roșu. Se constată pe electroretinogramă prezența undei „b₁” ascuțită. La un minut se proiectează un stimul alb. Unda „b₁” se menține ascuțită de 20 milivolți, urmată de unda „b₂” rotundă, de intensitate medie (fig. 154). După 5 minute se trimite un stimul roșu. Se obține punctul alfa electroretinografic: unda „b₁” este ascuțită și scurtă, unda „b₂” devine mai rotundă și mai prelungită. Punctul alfa se obține între 4—6 minute. După 10 minute se trimite un stimul roșu, unda „b₂” continuă să crească și să depășească unda „b₁” și după 15 minute de adaptare are 220 microvolți.

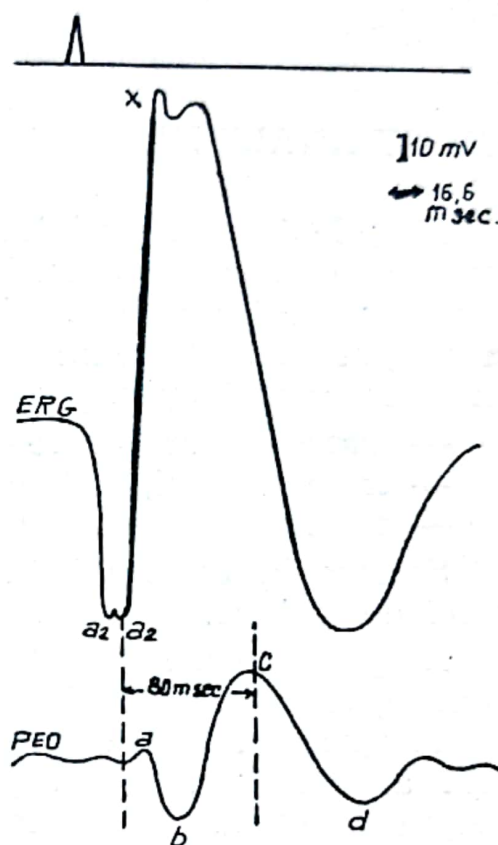


Fig. 153.
Explorarea simultană a retinei
și cortexului vizual.

INTERPRETAREA REZULTATELOR

Analiza unui traseu se face comparînd diferitele aspecte obținute cu criteriile care au permis definirea unei electroretinograme normale.

STUDIUL ANALITIC

Morfologia este definită prin aspectul complexului „b”. Normal unda „b” este dedublată și aceasta dă o figură de boltă cu două vîrfuri care se modifică progresiv în cursul adaptării. La început unda „b₁” este predominantă, apoi unda „b₂” crește din ce în ce mai mult (fig. 152). În patologie se pot observa :

- trasee la care nu se văd aceste modificări ;
- trasee în vîrf, unde componenta scotopică este absentă ;
- trasee în dom, unde componenta fotopică lipsește.

Saraux la acest studiu morfologic determină frecvența critică de fuziune.

Amplitudinea. Este dificil de a se stabili anumite valori normale, ele variînd în funcție de aparatul utilizat. De aceea fiecare aparat trebuie etalonat cu subiecți normali. În mod cu totul aproximativ, se dă pentru stimuli albi unda „a₁” la început de adaptare de 50 microvolți ; unda „a₂” la început de adaptare, de 70 microvolți ; unda „b₁” la început de adaptare de 100 microvolți ; unda „b₂” la sfîrșit de adaptare, de 200 microvolți. Cu stimuli roșii unda „a” este de 30 microvolți ; unda „b₁” de 100 microvolți, iar unda „b₂” de 150 microvolți. Aspecte ale electroretinogramei în funcție de amplitudinea răspunsurilor sînt prezentate schematic în fig. 155.

Polaritatea este definită prin raportul :

$$\frac{\text{amplitudinea undei „b”} - \text{amplitudinea undei „a”}}{\text{amplitudinea undei „a”}}$$

Se pot distinge 5 situații :

„b — a” = „a” : izopolaritate ;

„b — a” > „a” : ERG pozitivă : hiperpozitivă cînd $b - a \geq 3a$
pozitivă cînd $a < b - a \leq 3a$

„b — a” < „a” : ERG negativă : negativă + cînd $a > b - a \geq 0$
negativă — cînd $b < a$

La un subiect normal cu stimuli albi traseul este aproape de izopolaritate la început și devine net pozitiv la sfârșitul adaptării.

Durata și latențele pot fi reduse, dar cel mai adesea ele sînt crescute. Aceste ultime criterii sînt ignorate însă de cele mai multe ori într-o interpretare clinică.

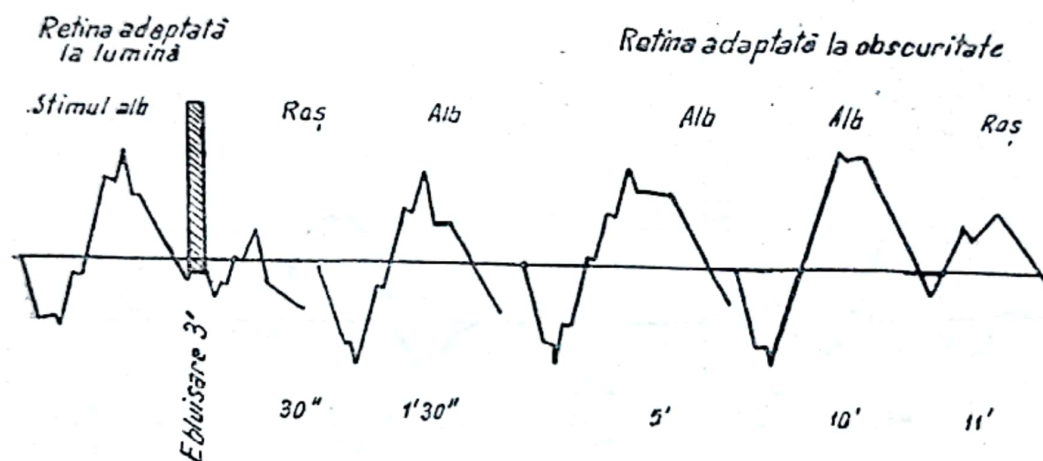


Fig. 154.

Aspect schematic al unei ERG normale în condiții diferite de stimulare și adaptare (Perdriel).

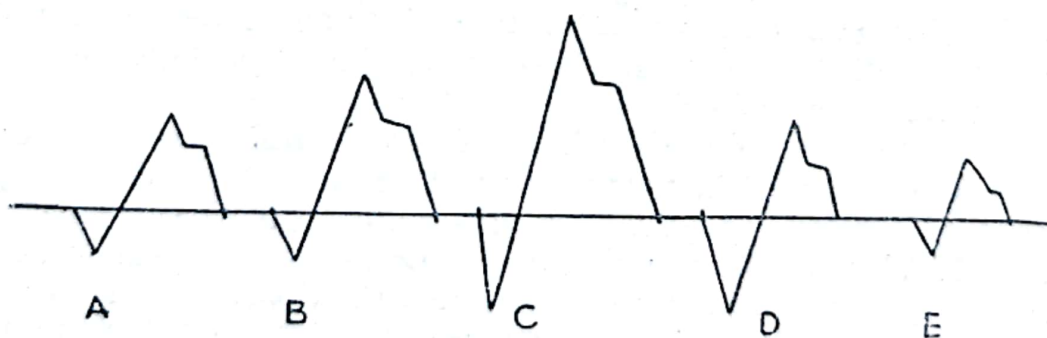


Fig. 155.

Aspecte schematice ale ERG în funcție de amplitudinea răspunsurilor:
 A – normală ; B – supernormală, unda „b” superioară normalului ;
 C – negativă + unda „a” superioară normalului, unda „b” superioară sau egală normalului ; D – negativă –, unda „a” superioară normalului, unda „b” inferioară normalului ; E – subnormală, unda „a” și unda „b” inferioare normalului.

STUDIUL SINTETIC

Se disting trei feluri de trasee electroretinografice :

— un traseu de suferință a sistemului fotic, caracterizat prin diminuarea amplitudinii undei „a₁” și „b₁” care se vede mai bine la stimulii roșii decât la stimuli albi (fig. 156). Se

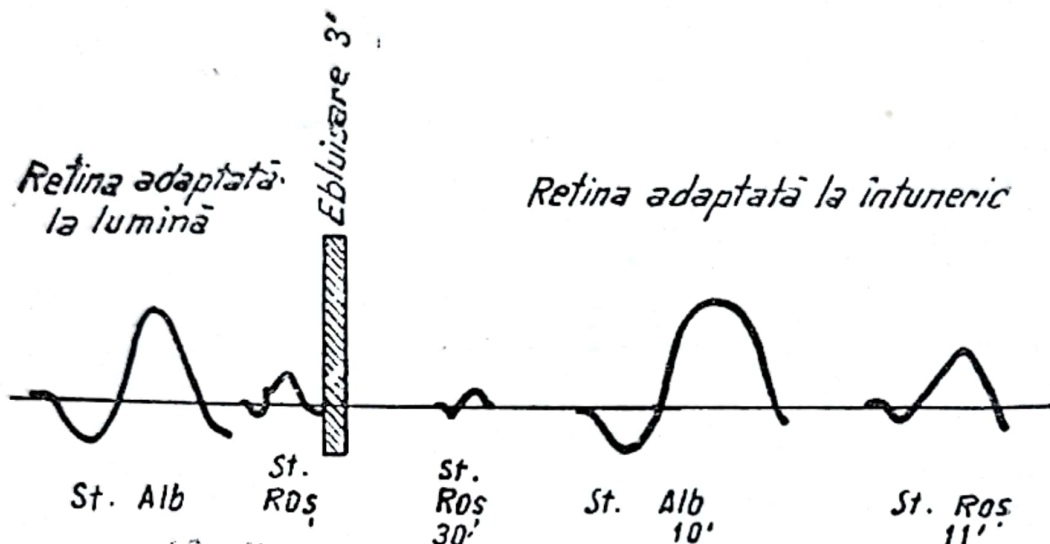


Fig. 156.

Suferința sistemului fotic. Aspect în „deget de mână” a răspunsurilor la stimuli albi și reducerea amplitudinii undei „b₁” la stimuli roșii. Dispariția potențialelor oscilatorii (după Perdriel).

remarcă aspectul în „deget de mână” a răspunsului la stimuli albi și reducerea amplitudinii undei „b₁” la stimuli roșii. Potențialele oscilatorii dispar, iar frecvența critică de fuziune este coborâtă ;

— un traseu de suferință a sistemului scotic, caracterizat prin apariția tardivă sau chiar absența undelor „a₂” și „b₂” în cursul adaptării. Modificările interesează în special unda „b₂” a cărei amplitudine poate fi nulă sau foarte diminuată. Aspectul cel mai caracteristic apare în al 11-lea minut de adaptare la obscuritate sub stimulii roșii (fig. 157) ;

— un traseu de suferință mixtă — fotică și scotică —, caracterizat prin diminuarea generală a amplitudinilor și coborîrea frecvenței critice de fuziune sub 16 iluminări/sec. Electroretinograma prezintă o dedublare a undelor „a” și „b”, rezultată prin suprapunere cu un ușor decalaj în timp a unei electroretinograme scotopice și fotopice.

În leziuni mari retiniene electroretinograma poate fi stinsă sau neînregistrabilă. Este mai corect a se numi neînregistrabilă, deoarece aceasta poate ține de limitele tehnicii utilizate. Ast-

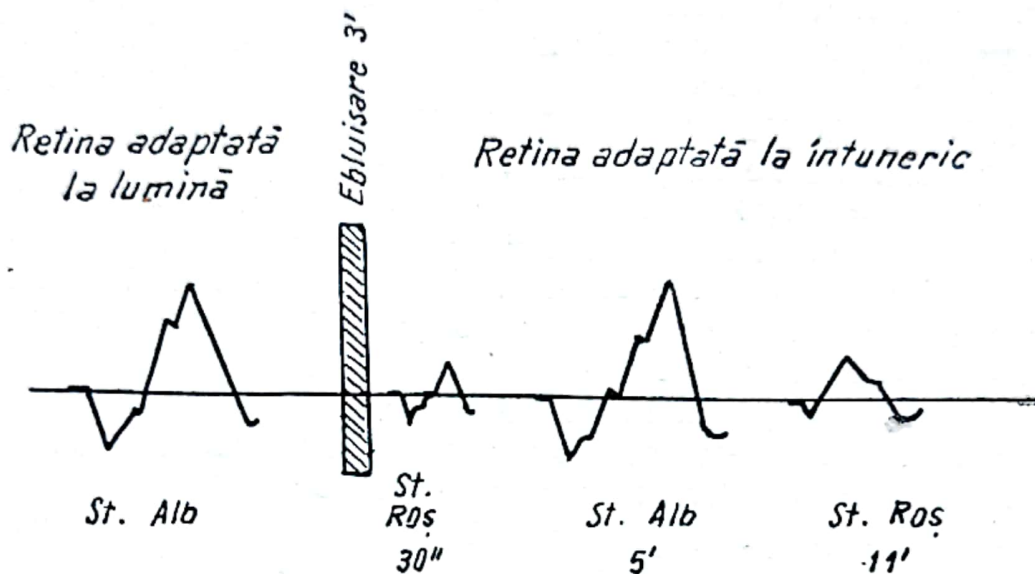


Fig. 157.

Suferința sistemului scotic. Unda „b₂” este absentă sau cu amplitudine diminuată. Potențialele oscilatorii și unda „b₁” fotopică sînt păstrate (după Perdriel).

fel, unele trasee considerate ca stinse pot, printr-o creștere a intensității stimulului, să producă o ușoară deflecție de la linia de bază.

Comportarea acestor două sisteme fotoreceptoare la stimuli diferiți a lărgit mult aplicarea electroretinogramei.

Din punct de vedere obiectiv, stimulul luminos este sursa principală de variații de care trebuie să se țină seama. O intensitate luminoasă puternică crește amplitudinea răspunsurilor retiniene. De aceea trebuie utilizată o stimulare luminoasă căreia îi cunoaștem bine caracteristicile.

Potențialele oscilatorii. Pe partea ascendentă a undei „b₁” se constată 3—4 mici deflexiuni, numite potențiale oscilatorii, ce apar mai net în cursul adaptării la obscuritate și în special spre cel de al 5-lea minut. Originea lor este încă discutată și s-au invocat pe rînd în geneza lor țesutul de susținere retinian, țesutul de asociație (celulele orizontale și amacrine), celulele multipolare și bipolare. Pentru Solé, potențialele oscilatorii

reprezintă traducerea electrică a activității receptorilor cromatici. Leziunile maculare, atunci când sînt intense, în special în cazuri de abiotrofie, se traduc printr-o dispariție a undelor „e”. În leziuni vasculare limitate traseul nu este modificat, deoarece regiunea maculară nu conține decît 1% din totalitatea conurilor retiniene.

ELECTRORETINOGRAMA ÎN PATOLOGIE. Se manifestă prin modificări de amplitudine, de culminație și de durată a diferitelor unde. O distrucție localizată ce nu depășește 2—3 diametri papilari nu provoacă nici o modificare a electroretinogramei (François și De Rouck). Dacă zona distrusă este mai întinsă, se observă o diminuare a potențialelor proporțională cu întinderea leziunilor.

Retinopia pigmentară. Se afirmă pe drept cuvînt că degenerescența tapeto-retiniană a constituit „triumful electroretinogramei”. Electroretinograma se face :

- în retinopia pigmentară tipică, pentru a confirma diagnosticul ;
- la descendenți, pentru a exclude afecțiunea ;
- în formele atipice ;
- în hemeralopiile izolate.

În retinopia pigmentară, deși traseul este stins, electroretinograma poate orienta asupra factorului genetic. În formele recesiv autosomale, electroretinograma este stinsă ; în formele dominante și cele recesive legate de sex, se constată, în 20% din cazuri, o undă „b” mai diminuată. Stingerea electroretinogramei este înaintea apariției manifestărilor clinice. Există însă unele forme clinice unde evoluția este foarte lentă și stingerea traseului se face după apariția semnelor clinice.

Studiul familiilor unui subiect cu retinopatie pigmentară poate arăta apariția afecțiunii și la alți membri din aceeași familie. Dacă la copiii între 10 și 15 ani electroretinograma este normală, se poate afirma că sînt sănătoși. În formele atipice electroretinograma ajută la stabilirea diagnosticului din retinopia pigmentară unilaterală sau retinopia pigmentară în sector.

În formele simetrice degradarea electroretinogramei este proporțională cu întinderea procesului degenerativ. În aceste cazuri electroretinograma poate ajuta la stabilirea diagnosti-

cului diferențial cu pigmentările grupate ale retinei, unde traseul este normal.

În retinopatiile pigmentare secundare se întâlnește o electroretinogramă stinsă, dar de cele mai multe ori traseele prezintă simple perturbări cu aspect de trasee subnormale, trasee negative, atingeri preferențiale pentru un sistem scotopic sau fotopic. Se poate întâlni și un aspect electroretinografic de recuperare, unde la începutul adaptării traseele sînt alterate, pentru ca pe măsură ce adaptarea retinei se instalează să se constate și o regenerare a traseului electric.

În pseudoretinopia pigmentară acută din rujeolă, traseul poate să arate o stingere a electroretinogramei. Deși vederea se ameliorează treptat, traseul electric arată instalarea unei retinopatii pigmentare tipice.

Degenerescența maculară Staargardt nu modifică aspectul traseului. Totuși, în peste 50% din cazuri maladia nu rămîne limitată numai la regiunea maculară, ci se extinde și la periferie cu perturbări electroretinografice.

Retinopia punctată albescentă, din punct de vedere retinografic, se poate împărți în două forme :

- una evolutivă, cu stingerea traseului ;
- una staționară, numai cu o diminuare parțială a unde „b”.

În fundus flavi-maculatus, electroretinograma este normală, fapt care confirmă benignitatea afecțiunii.

Hemeralopia poate constitui uneori un simptom izolat. Atunci cînd electroretinograma este stinsă, sîntem în prezența unei retinopatii pigmentare fără pigment, sau a unei retinopatii pigmentare incipiente, care încă nu se manifestă clinic. Atunci cînd electroretinograma prezintă o interesare exclusivă a sistemului fotopic la stimulii albi și roșii și o absență de răspuns la albastru este vorba de o hemeralopie esențială sau maladia lui Oguchi. Unda „b₂” este cu atît mai redusă cu cît se adresează unei hemeralopii esențiale.

În scleroza coroidiană răspunsul electric este stins, proporțional cu gradul de scleroză. În coroidermie, electroretinograma prezintă modificări numai la persoanele de sex masculin și este normală la sexul feminin.

În degenerescențele maculare senile este o interesare a sistemului fotopic, în 20% din trasee, fapt care arată că lezi-

unile retiniene sînt uneori mai întinse decît se constată oftalmoscopic.

În afecțiunile cerebro-retiniene traseul este normal, datorită localizării afecțiunii la celulele ganglionare ale retinei. În decolarea de retină constituită interesul electroretinografic este limitat, traseul fiind stins sau redus în funcție de întinderea decolării. Diminuarea undei „b” nu este proporțională cu întinderea și vechimea decolării și nu prezintă valoare prognostică, așa cum i s-a atribuit la început. Realipirea se însoțește de o ameliorare a răspunsului, direct proporțional cu recuperarea sensorială (David M., Tacorian D., Nuță M.). Persistența unui traseu anormal nu înseamnă totdeauna un prognostic grav. În decolările realipite, în care complexul „b” diminuează din nou, arată un rezultat nesatisfăcător. În unele decolări inflamatorii reapariția activității retiniene precede pe cea a funcției vizuale. O electroretinogramă subnormală la ochiul congener arată o predispoziție pentru deslipire.

În miopie, electroretinograma este subnormală, cu atît mai mult cu cît miopia este mai mare și coroidoza miopică este mai întinsă. În miopiile mici se menționează dispariția potențialelor oscilatorii. Stingerea electroretinogramei arată o deslipire de retină.

În afecțiunile vasculare traseele diferă. Hipertensiunea arterială poate da răspunsuri normale sau hipernormale. În ateroscleroză traseul este subnormal. Simpatectomia periarterială normalizează circulația retiniană și activitatea bioelectrică (Perdriel). În obliterarea vaselor retiniene se obțin răspunsuri negativ — sau negativ + după întinderea leziunilor. Traseele se ameliorează sub acțiunea vasodilatatoarelor. În tromboza de carotidă, unda „b” este diminuată de partea trombozată.

În diabet, electroretinograma arată un paralelism între datele angiografice și traseele electrice, atunci cînd fundul de ochi este normal. Electroretinograma servește pentru supravegherea evoluției diabetului, urmărind eficacitatea unor medicamente. Apreciază apariția unor leziuni retiniene în cazuri cu medii oculare opace. Unda „a” diminuează direct proporțional cu vechimea diabetului, în timp ce unda „b” se menține la același nivel și diminuează numai în hemoragii

și exudate. În stadii incipiente se constată o dispariție a potențialelor oscilatorii.

Cecitatea noului născut beneficiază de diagnostic electroretinografic. Dacă cecitatea este de natură retiniană, electroretinograma este stinsă (maladia lui Leber). Dacă cecitatea este centrală, electroretinograma este normală. Electroretinograma se poate înregistra chiar și în primele zile după naștere, cu condiția de a se utiliza un stimul luminos intens (François și De Rouck). Electroretinograma este utilizată ca test diagnostic și prognostic la prematuri cu cecitate aparentă și fund de ochi normal. Este practică sistematic în cataracta congenitală, unde o alterare a traseului contraindică intervenția. În cazul unei asimetrii a traseului se poate preciza ochiul la care trebuie să se intervină. În glaucomul congenital, traseul electric trebuie efectuat înaintea fiecărei intervenții.

În traumatisme oculare, electroretinograma are un rol prognostic. Un traseu stins indică un prognostic grav. În sideroză, electroretinograma este inițial normală sau chiar supranormală prin iritația elementelor retiniene. Mai târziu traseul devine negativ, când alterațiile sînt încă reversibile. Un traseu stins arată leziuni ireversibile.

În opacifieri ale mediilor, electroretinograma precizează funcția retinei. O diminuare de amplitudine a traseului poate fi cauzată de reducerea stimulului luminos prin traversarea mediilor opace. Electroretinograma se efectuează sistematic cînd se operează un monoftalm, la care celălalt ochi a avut o deslipire de retină. În hemoragii vitreene, traseul este normal, dacă nu există leziuni retiniene. În hialite izolate, fără leziuni de fund de ochi, traseul este normal. Un traseu alterat arată leziuni retiniene în spatele opacifierilor.

În afecțiuni neurooftalmologice, electroretinograma ajută la stabilirea diagnosticului. Nevrita optică etilică se asociază cu o electroretinogramă de slabă amplitudine. Nevrita optică din scleroza în plăci dă răspunsuri electrice normale. Electroretinograma este diminuată ca amplitudine în sindroamele chiasmatică prin tumori anterioare. În tumorile retro-chiasmatică, electroretinograma este normală sau hiperactivă.

În intoxicații, electroretinograma ajută la stabilirea diagnosticului. În intoxicația acută cu chinină, în primele zile, traseul electric este normal sau hipernormal. După 15 zile

dispar undele pozitive „b” și „e” iar unda „a” rămâne normală. Mai târziu, dacă evoluția este favorabilă, se poate vedea reapariția undei „b”, dar nu se vede niciodată reapariția undei „e”. De aici necesitatea efectuării de trasee electrice la bolnavii tratați mai mult timp cu chinină sau derivați de chinină. O diminuare a undei „b” este o indicație de întreruperea tratamentului. În intoxicația acută cu alcool etilic se constată o creștere a amplitudinii undei „b”. În intoxicația cu alcool metilic se constată o diminuare a undei „b” și apariția unui traseu subnormal în stadiul de atrofie optică. În intoxicația cu antipaludiene de sinteză (clorochină) se constată o creștere a undei „a”, cu traseu electroretinografic negativ. Uneori apar alterații ale undei „e”. Intoxicația medicamentoasă cu NP-207, utilizat în psihiatrie, determină o diminuare sau absență a undei „b”. Același aspect îl dau și inhibitorii monoaminooxidazei. Halucinogenele tip LSD și JB-318 arată o creștere a undei „b” și apoi a undei „a”, care traduce acțiunea stimulatorie asupra structurilor cele mai externe ale retinei. Diminuarea apoi a undei „b” arată o alterare de tip degenerativ la același nivel.

Electroretinograma este o tehnică ce dă oftalmologului un mijloc prețios de diagnostic și de decizie operatorie. Poate orienta un tratament și arăta unele eșecuri terapeutice. Ea rămâne un mijloc important de explorare, atunci când celelalte metode sînt dificile, la copii și în expertize medico-legale. Electroretinograma este o metodă de explorare în plină evoluție și semnificația diferitelor aspecte ale traseului nu este definitivă.

POTENȚIAL OCCIPITAL EVOCAT

Dezvoltarea tehnicii actuale permite de a se obține răspunsuri ale cortexului occipital la stimuli vizuali. Activitatea electrică retiniană, exprimată prin electroretinografie, se transmite la căile optice sub forma unui mesaj care după diferite relee sinaptice sosește la scizura calcarină, aria 17 a lui Brodmann. La acest nivel el se manifestă sub forma unui potențial occipital evocat, care reprezintă răspunsul electrofiziologic cortical la un stimul scurt dar suficient de intens. El este diferit de potențialul spontan obținut prin electroen-

cefalografie la nivelul regiunii occipitale, dominat de ritmul alfa de repaus, a cărui frecvență se situează între 8—12 cicluri/secundă.

Potențialul occipital evocat a fost studiat din 1932 la animale cu ajutorul unor microelectrozi implantați la diferite nivele din aria occipitală. La om, interesul clinic a rămas mult timp ignorat ca urmare a dificultăților mari de reprezentare și anume :

- imposibilitatea de a culege un răspuns in situ și necesitatea de a utiliza calea transcraniană unde electrodul este dispus la distanță de scizura calcarină iar potențialul occipital evocat este de mică amplitudine ;

- existența unei bogate activități cerebrale, spontane occipitale, care acoperă răspunsul specific.

În ultimii 10 ani, diferite procedee au permis de a culege potențialul occipital evocat din acest zgomot de fond cerebral, unde amplitudinea slabă îl disimulează. La nivelul ariei vizuale primare, aceste răspunsuri sînt caracterizate printr-o latență rapidă, scurtă de 50—80 milisecunde, corespunzătoare timpului necesar pentru conducerea influxului nervos în lungul căii optice prin relee retiniene și geniculate. Se pot distinge astfel diferite accidente de durată mai lungă sau mai scurtă cu unele semnificații.

Proiecția cortexului vizual. Axonii proveniți din corpii geniculați externi și radiațiile optice ating fața internă a lobului occipital unde se află aria 17 striată a lui Brodmann. Aceasta din urmă ocupă cele două margini și profunzimea scizurii calcarine, dar poate de asemenea să se situeze în urmă pe fața externă a lobului. Această zonă de integrare este dominată prin reprezentarea maculară care ocupă aproape jumătate din suprafața sa (pag. 71). La om, vârful se situează la nivelul peretelui cranian la doi centimetri deasupra și în afara protuberanței occipitale externe. La acest nivel al extremității posterioare a lobului occipital se proiectează regiunea maculară. Aria de repartiție este foarte redusă pentru ca ea să determine o importantă variație de potențial pe electrodul explorator. Trebuie ținut seama de mediile ce se interpun ca meninge, țesut osos, pielea capului, care conferă electrodului aplicat superficial o putere de discriminare foarte slabă. Aceasta cu atît mai

mult cu cât cortexul vizual se află pe fața internă a emisferelor și deci la distanță de electrod.

Punerea în evidență experimental. Experimental la pisică și maimuță este ușor de a aplica electrozi receptori în contact direct cu elementele nervoase. Se obține astfel :

- o suprafață pozitivă formată din patru accidente successive din care primele postsinaptice cu aceeași specificitate ca și structurile ariei 17 ;

- a doua negativă mai lungă, răspuns al substanței reticulare.

La om, prin intervenții neurochirurgicale, se pot culege răspunsuri corticale cvasiexperimentale :

- amplitudinea răspunsurilor este mai mare la nivelul scizurii calcarine ;

- toate punctele lobului occipital explorat răspund la stimuli luminoși ;

- traseele înregistrate simultan la nivelul cortexului și scalpului au o morfologie asemănătoare. Ablația vârfului lobului occipital în leziuni destructive reduce amplitudinea traseului.

Tehnici de înregistrare. Stimularea este realizată într-o cameră normal luminată sau cameră obscură cu diferiți stimulatori utilizați în electroretinografie. Stimularea trebuie să fie scurtă și intensă, cel mai des fiind utilizat un flash electronic alb sau roșu. Ritmul de emisie este cuprins între 1—2 c/s cu o durată de 10—50 milisecunde ; mai mulți c/s determină fenomene de antrenare. Stimularea poate fi monooculară. Cel mai frecvent este însă binoculară cu ochii deschiși sau închiși, interesînd toată retina sau numai o zonă localizată. La copil, stimularea poate fi realizată și în cursul somnului.

Electrozi. Se utilizează un tripod tip Remond sau capsule de argint, a căror concavitate este dispusă pe scalp, de preferință degresat. Electrocul activ este plasat la inion sau în imediata sa vecinătate. Electrocul indiferent poate fi dispus la nivelul cortexului sau lobului urechii. Un electrod conectat la masă este plasat la nivelul frunții.

Înregistrarea se face cu ajutorul encefalografului, unde sînt substituite procedeele de amplificare selectivă pentru a se putea face izolarea răspunsurilor specifice din zgomotul de fond cerebral. Un număr repetat de 100—200 stimulări permite de a se elimina elementele parazitare, aparatul asigurînd stocajul și integrarea răspunsurilor sumate. Modalitățile tehnice necesită o

oarecare adaptare de manipulare, dar examenul este foarte facil și ușor acceptat de bolnav, încît se poate practica și la noul născut.

Aspectul potențialului evocat occipital normal. Este variabil și se poate modifica în funcție de poziția electrozilor. Practic nu este un potențial evocat occipital primar și specific pentru aria 17 pe care îl înregistrăm, ci potențiale asociative care sînt variabile. Aspectul răspunsurilor se poate modifica în funcție de atenția subiectului. O altă excitație sensorială sau senzitivă în cursul înregistrării modifică răspunsul. Cu aceste rezerve putem considera că în condiții precise de examen aspectul potențialului evocat occipital rămîne practic identic la același subiect de la o înregistrare la alta, cu unele variații în funcție de vîrstă.

La adult, potențialul occipital evocat prezintă o morfologie caracterizată prin succesiunea diferitelor deflexiuni pozitive și negative, cărora li s-au atribuit diferite identificări prin litere și cifre. Polaritatea aici este inversată față de electroretinogramă, deoarece pozitivitatea se exprimă printr-o deflexiune sub linia de bază, iar negativitatea deasupra liniei izoelectrice. Mai multe scheme au fost propuse pentru a reprezenta potențialul occipital evocat, care diferă prin morfologie în funcție de tehnică. Dintre acestea cea mai utilizată este schema propusă de Chau-Huu-Dong.

Unda I este electropozitivă; unda a II-a electronegativă; unda a III-a electropozitivă; unda a IV-a electronegativă mai

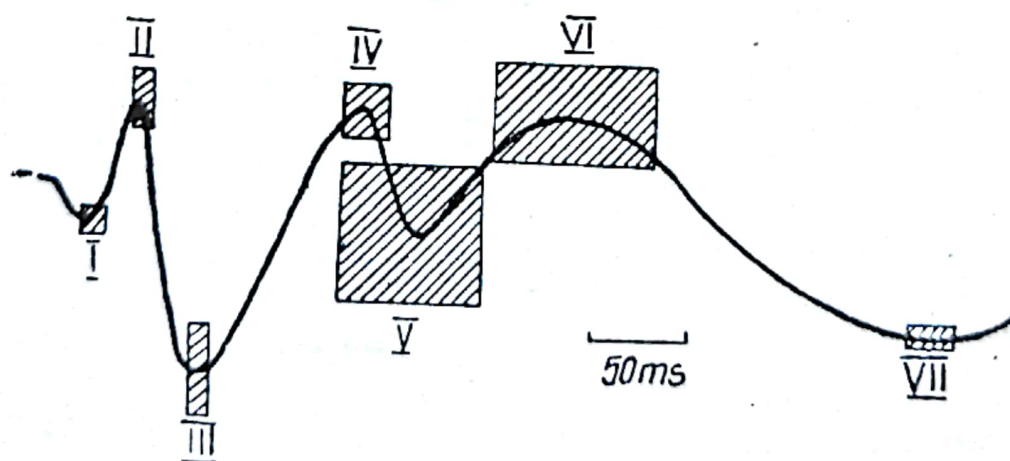


Fig. 158.

Schema potențialului occipital evocat (după Chau-Huu-Dong).

amplă, a cărei latență se situează între 110—170 milisecunde ; urmează unda a V-a, a VI-a, a VII-a. Este dificil de a se atribui tuturor acestor deflexiuni o expresie fiziologică precisă.

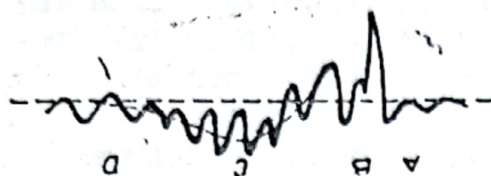


Fig. 159.

Schema potențialului occipital evocat (după Revault).

Se poate totuși admite că răspunsurile inițiale reprezintă aferența specific vizuală corespunzătoare căilor optice.

Pentru Revault potențialul evocat occipital se poate reduce schematic la patru faze principale cu numeroase depresiuni secundare (fig. 159).

Unda A este o componentă inițială precoce situată la a 40-a milisecundă ; unda B este o componentă secundară, amplă, bogat oscilantă de la 50—250-a milisecundă. Unda C este o componentă negativă mai tardivă, latentă, rău definită, cu numeroase oscilații secundare, care se întinde de la 250—500 milisecunde, uneori cu o durată mai lungă decât o secundă și variabilă de la un subiect la altul în funcție de excitația cerebrală ; unda D, o componentă mult mai tardivă cu o oscilație periodică de frecvența undei alfa. Este vorba de o simplă persistență a zgomotului alfa incomplet eliminat datorită caracterului său periodic. Utilizînd stimuli colorați se pot obține unele accidente precoce, expresia elementelor ftopice și deflexiuni tardive, expresie a elementelor scotopice. La copil se constată absența fazelor precoce la noul născut, dar din luna a treia se obține o maturare a traseului obiectivizată printr-o strîmtoare a latențelor și o creștere a amplitudinilor. Spre sfîrșitul primului an, traseul se apropie de cel al adultului. Fontaine și colab. deosebesc la copil o deflexiune negativă A de slabă amplitudine cu latență medie de 50 milisecunde ; o deflexiune pozitivă B mai amplă cu o latență medie

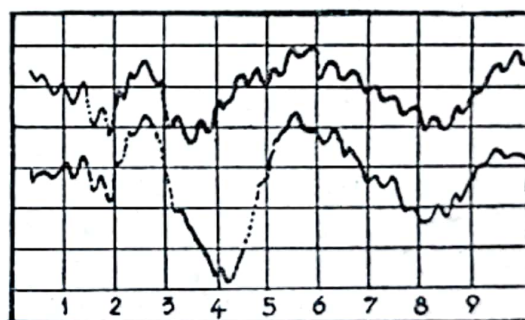


Fig. 160.

Stimulare binoculară. Traseul superior înregistrat prin aplicarea electrodului activ la 2 cm deasupra inionului. Traseul inferior înregistrat prin plasarea electrodului la 2 cm deasupra și 2 cm în afara inionului.

de 80 milisecunde; o deflexiune negativă oscilantă C de la a 120-a milisecundă.

Potențialul occipital evocat în patologie. Se apreciază morfologia, amplitudinea și latența traseului:

— morfologia poate prezenta variații dificil de interpretat. Primele patru unde de pe schema Chau-Huu-Dong sînt în general ușor de individualizat;

— amplitudinea este calculată de la linia de bază în microvolți. Se pot întîlni trasee subnormale cînd undele III, IV sînt diminuate (fig. 161), și trasee stinse sau neînregistrabile cînd nu există nici o deflexiune evidentă (fig. 162).

— latențele constituie pentru unii autori criterii mai sigure de diagnostic (Solé și Alfieri).

Interpretarea unui traseu trebuie deci să țină seama de aspectul global al răspunsurilor, de absența accidentelor semnificative cu variații importante de amplitudine și de modificare a latențelor. Interesul unei înregistrări bioccipitale cu stimularea alternativă monooculară permite o comparare utilă între răspunsurile celor doi poli occipitali.

Relația electroretinogramă—potențial occipital evocat este cunoscută sub denumirea de timp retino-cortical și se deduce prin diferența de timp între unda „b₁” și prima deflexiune a potențialului occipital evocat. Este de 50—80 milisecunde, timp necesar pentru ca influxul nervos să parcurgă căile optice.

Indicațiile } potențialului occipital evocat în patologie. Sînt multiple, fie efectuat singur, fie asociat cu electroretinograma.

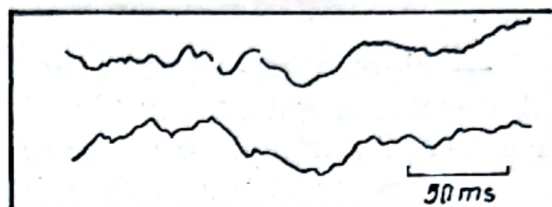


Fig. 161.

Traseu subnormal la un copil cu cecitate centrală. Unda B situată la 110 m/s, unda C la 150 m/s (Perdriel).

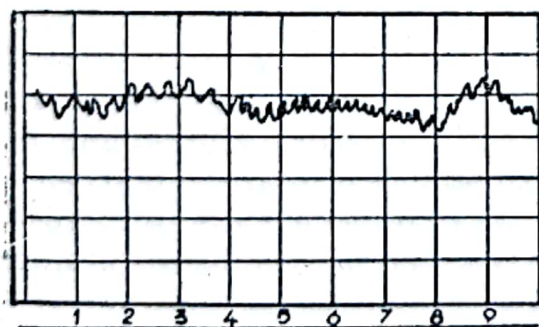


Fig. 162.

Traseu stins la un bolnav cu cecitate corticală (Perdriel).

Cecitatea bilaterală a copilului :

— electroretinograma și potențialul occipital evocat stins arată o cecitate retiniană ;

— electroretinograma normală, potențialul occipital evocat stins arată o leziune a căilor optice sau a centrilor superiori ;

— electroretinograma normală, potențialul occipital evocat normal arată că funcția vizuală este normală dar pot exista alterații parțiale ce nu se exteriorizează ;

— electroretinograma stinsă, potențialul occipital evocat normal arată alterații retiniene importante.

Afecțiuni bilaterale ale căilor optice : răspunsurile occipitale sînt sărace și alterate sau stinse.

Afecțiuni unilaterale ale căilor optice (atrofie optică, glaucom) : se constată o asimetrie de înregistrare direct proporțională cu defectul de acuitate vizuală și cîmp vizual. Cu stimuli albi nu se obține un paralelism perfect între modificările de amplitudine ale potențialului occipital evocat și acuitatea vizuală fotopică. În nevritele axiale, dacă acuitatea vizuală scade sub 1/10, există o dispariție a elementelor precoc dar cu păstrarea celor tardive. Stingerea traseului pentru roșu arată o leziune a fascicolului macular. Recuperarea potențialului evocat precede recuperarea clinică.

În hemianopsia laterală homonimă, potențialul occipital evocat este diminuat de partea opusă hemianopsiei.

În staza papilară, potențialul occipital evocat este normal. În ambliopie traseul este diminuat.

În cataractă, potențialul occipital evocat este normal ; este indicat în cataractele congenitale. Retinopatia diabetică mascată de cataractă poate determina o electroretinogramă normală dar cu un potențial occipital evocat diminuat.

În concluzie, potențialul occipital evocat este indicat în diagnosticul cecităților la copil, afecțiuni neuro-oftalmologice, afecțiuni comatoase și stări confuzionale, expertiza medico-legală. Deși semnificația diferitelor deflexiuni care compun răspunsul occipital evocat nu este încă precisă, metoda rămîne utilă în special în cecitățile corticale.

XIV. ECOGRAFIA

Ecografia oculo-orbitală constă în înregistrarea grafică a unor ecouri produse de vibrații ultrasonore și transmise la nivelul ochiului și al orbitei.

Primele lucrări cu privire la aplicarea ultrasunetelor în oftalmologie au fost făcute de Mundt și Hughes (1956). Ei utilizează un reflectoscop industrial cu frecvențe de 10 megaherți și arată posibilitatea de a obține imagini ecografice în retinoblastom și tumori maligne ale coroidei. Oksala în Finlanda (1957), marchează începutul ecografiei clinice. Vanysék (1962) introduce tehnica în Cehoslovacia iar Massin (1964) în Franța. Săbădeanu și Fodor (1969) fac primele explorări la noi în țară.

Ochiul constituie o cavitate ai cărei constituenți prezintă suprafețe net separate și de aceea se pretează bine la acest mod de explorare. Prin ultrasonografie se pot efectua determinări biometrice la nivelul globului ocular și se pot obține elemente diagnostice în patologia polului posterior atunci când mediile oculare nu pot fi explorate. Ecografia este singura metodă care permite evidențierea morfologică a țesuturilor opace și așa cum arată Oksala (1964) „examinarea ecografică începe acolo unde se oprește cea optică“.

Noțiuni fizice. Ultrasunetele sînt fenomene acustice propagate prin unde cu o frecvență superioară limitei audibilității. Ele sînt determinate de vibrații mecanice ale particulelor unui mediu în jurul poziției lor de echilibru. Trecerea ultrasunetelor provoacă o rarefiere și o densificare a particulelor mediului traversat. Distanța între două stadii identice corespunde lungimii de undă (λ).

Ultrasunetele, pentru a se propaga, necesită un suport material. De aceea ele se propagă bine în substanțe solide și li-

chide, rău în gaze și nu se propagă în vid. Propagarea se face prin punerea în oscilație a particulelor vecine.

Ultrasunetele se pot deplasa sub formă de unde longitudinale, transversale și de suprafață, dar numai deplasarea lon-

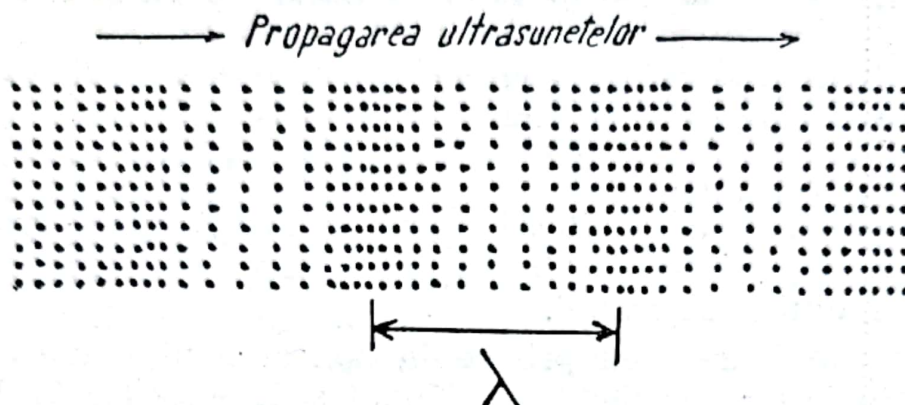


Fig. 163.
Propagarea undelor longitudinale.

gitudinală are loc în țesuturile umane. Frecvența ultrasunetelor (f) care le definește în raport cu alte vibrații mecanice se întinde de la 16.000 la 100.000.000 vibrații pe secundă (fig.164).

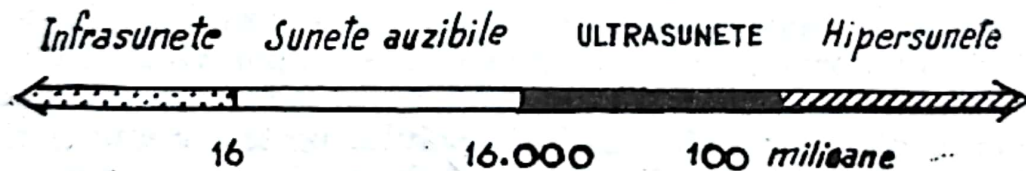


Fig 164.
Frecvența vibrațiilor mecanice.

Frecvența se exprimă în Hertzi (Hz) sau cicli/secundă. Multipli sînt Kiloherți (KHz) reprezentînd 1000 de vibrații pe secundă și megaherți (MHz), un milion de vibrații/secundă.

În interiorul aceleiași benzi frecvența utilizată depinde de scopul urmărit (fig. 165).

Viteza sau celeritatea de propagare (c) depinde de densitatea mediului și de elasticitatea sa. Astfel, viteza în oțel este de 5920 m/s, în cristalin 1641 m/s, în umorul apos și vitros 1532 m/s, în apă 1483 m/s.

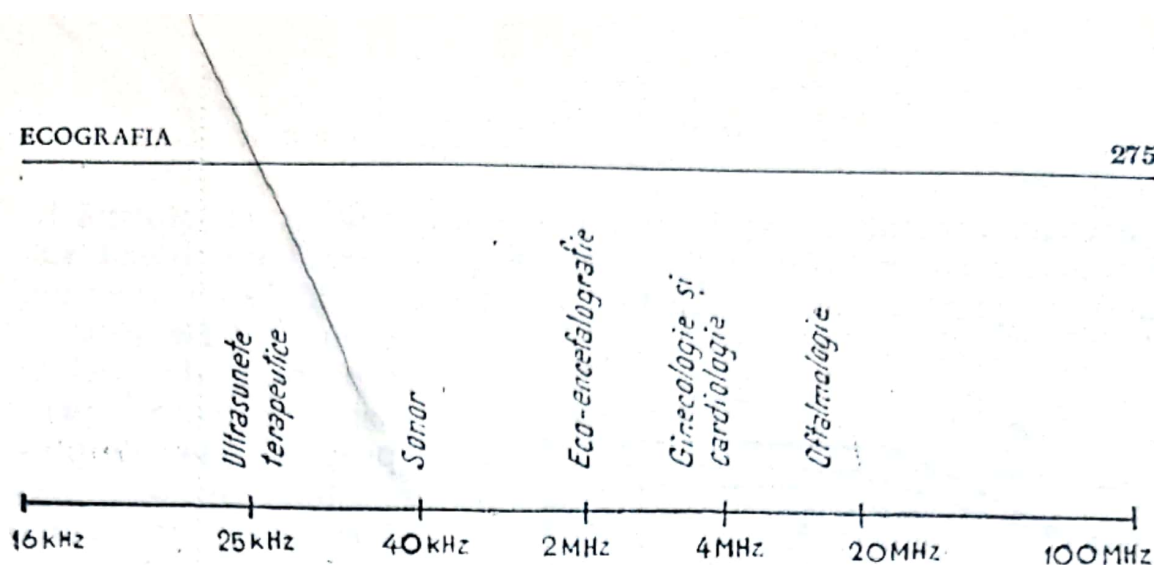


Fig. 165.
Banda de frecvență a ultrasunetelor.

Lungimea de undă (λ) depinde de viteza ultrasunetelor în mediul respectiv și frecvența sa :

$$\lambda = \frac{c}{f}.$$

Astfel în apă la 20°C, viteza este de 1483,1 m/s pentru o frecvență de 8 MHz, deci $\lambda = 0,18$ mm. În vitros lungimea de undă este de 0,22 mm.

Propagarea ultrasunetelor se face în linie dreaptă. Legile opticii sînt aplicate și la ultrasunete. Dacă fascicolul emis întâlnește un plan de separare a două medii cu densități acustice diferite, o parte din energie este transmisă în acesta din urmă, deci se refractă, în timp ce restul este reflectat. Pe măsură ce penetrația undei se face în unul sau mai multe medii, energia sa diminuează.

În medicină se folosesc două efecte ale ultrasunetelor :

— energia înaltă a undulațiilor ce servește pentru terapie ;

— gruparea unui fascicol de ultrasunete și orientarea lui la nivelul unui organ ce servește pentru diagnostic. Undele acestui fascicol trecînd prin țesuturi cu rezistență acustică diferită vor fi reflectate, determinînd ecouri ultrasonice care sînt substratul imaginii ecografice.

Aparatură. Aparatele utilizate în medicină folosesc impulsuri periodice de ultrasunet. Construcția tehnică a aparatului utilizează un generator de impulsuri de înaltă frecvență, care produce scurte impulsuri de tensiune, pe care un oscilator

de cuarț montat în capul sonor al aparatului le transformă în impulsuri sonore (fig. 166). Acestea se propagă cu viteza sunetului prin obiectul cercetat, pentru ca undele reflectate,

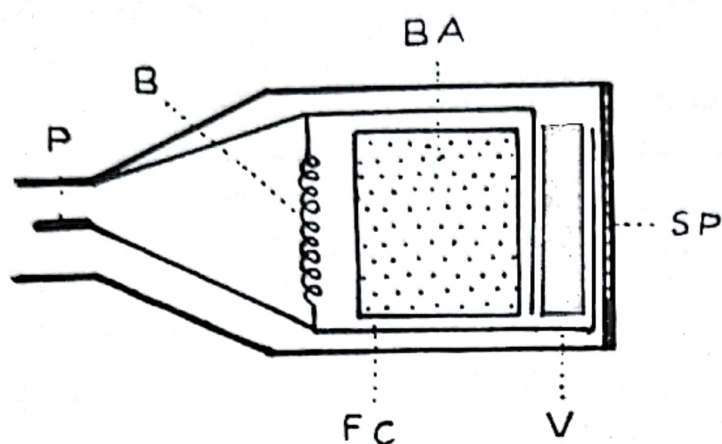


Fig. 166.

Schema unei sonde : P — prismă ; B — bobina ;
BA — bloc de amortizare ; FC — fir conductor ;
V — vibratorul sau transductorul propriu-zis ;
SP — strat de protecție.

ecoul, să fie reluate din nou de același oscilator care prin proprietățile sale piezoelectrice le transformă în impulsuri de tensiune. Semnalul sonor este atunci transformat într-un semnal electric, amplificat și trimis la plăcile orizontale ale unui tub catodic. Imaginea poate fi astfel vizualizată pe ecran. Acesta fiind etalonat se poate determina profunzimea

leziunii. Elementele piezoelectrice nu înregistrează decât o parte din undele reflectate. Recepția maximă are loc când fascicolul este perpendicular pe suprafața reflectorizantă. Aceeași sondă este utilizată atât pentru emisie cât și pentru recepție, funcționând cu intermitență. Ea emite sub efectul unui curent electric un ritm de unde, apoi ea devine receptoare culegând undele reflectate.

Sondele utilizate în oftalmologie sînt miniaturizate. Rectilinii sau curbe ele pot fi introduse în fundul de sac conjunctival și chiar înapoia globului ocular după o incizie a conjunctivei. Sonda ventuză Buschmann este fixată de corneea și se deplasează odată cu globul ocular. Cele pentru extras corpii străini cum este sonda Browson se termină cu o pensă care permite în același timp de a repera și extrage un corp străin nemagnetic.

Există două posibilități de cuplare a sondei de glob :

— metoda de contact direct, cînd sonda este aplicată pe corneea (fig. 167) ;

— sonda nu este în contact cu corneea. În acest caz se interpune o zonă de lichid (fig. 168).

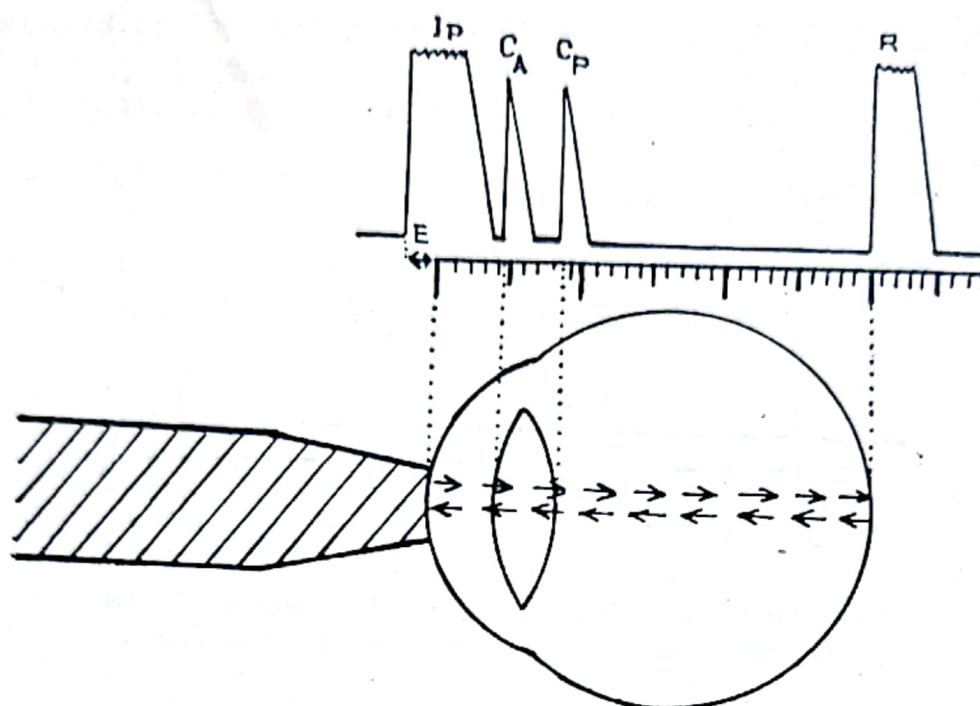


Fig. 167.

Examenul axial prin metoda de contact: Ip – impuls; C_A , C_P – fața anterioară și posterioară a cristalinului; R – retina; E – eroarea punctului zero.

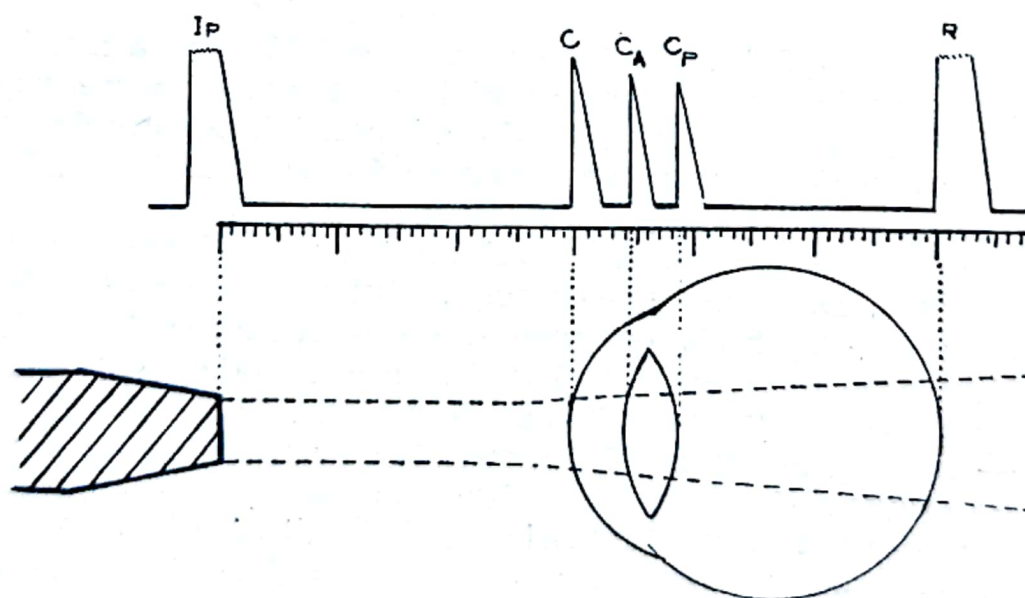


Fig. 168.

Examenul axial cu imersie: Ip – impuls; C – corneea; C_A , C_P – fața anterioară și posterioară a cristalinului; R – retina.

Sistemul de înregistrare. Este utilizat mai ales în biome-
trie și pentru compararea unor examene făcute anterior. El
poate fi grafic, fotografic sau cinematografic. Ecourile supra-

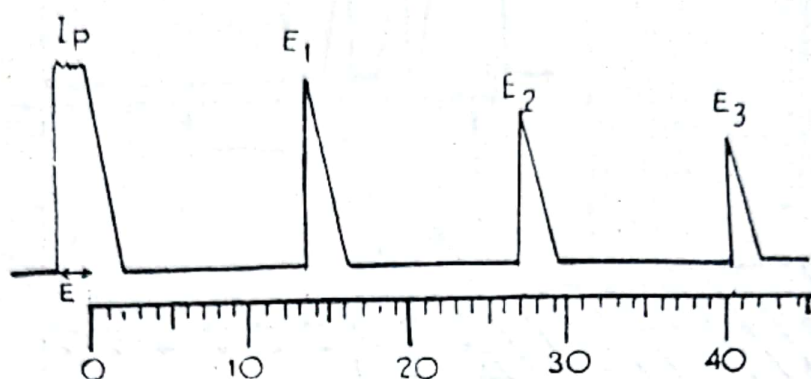


Fig. 169.

Zona mută (E) după impulsul de plecare. Ecourile
de repetiție sînt la aceleași diviziuni ale scalei.

fețelor concave sînt mai ușor de recuperat decît cele ale su-
prafețelor convexe, deoarece suprafețele concave concentrează
undele iar suprafețele convexe le dispersează. De aceea în prac-
tică se percep foarte ușor ecourile pereților posteriori ai glo-
bului și se obțin mai dificil ecourile feței anterioare a cris-
talinului.

Imediat după impulsul de plecare există o zonă mută de
2—5 mm unde nu se percepe nici un ecou, deoarece capul
sonor nu poate recepționa în timpul emisie. Aparatele mo-
derne au calculat această zonă pentru fiecare sondă (fig. 169),
fapt care permite reglarea aparatului.

: Zona mută este cu atît mai mică cu cît frecvența este
mai ridicată. De aceea pentru segmentul anterior se iau frec-
vențe de 10—20 MHz iar pentru polul posterior 6—8 MHz.

Metode ecografice. Există mai multe metode, deși în mod
practic nu se utilizează decît metoda A și B :

— metoda A utilizează intensitatea ecourilor, vizualizarea
în amplitudine deasupra unei linii de bază după o singură
direcție care este aceea a fascicolului de ultrasunete. Puterea
ecoului este exteriorizată iar înălțimea sa depinde de densi-
tatea țesutului de la care provine ;

— metoda B sau ecografia bidimensională constă în de-
plasarea cristalului emițător-receptor reglat față de globul

ocular. Undele reflectate de țesuturi sînt reprezentate pe ecran sub formă de puncte luminoase realizînd o adevărată secțiune a imaginilor (fig. 170).

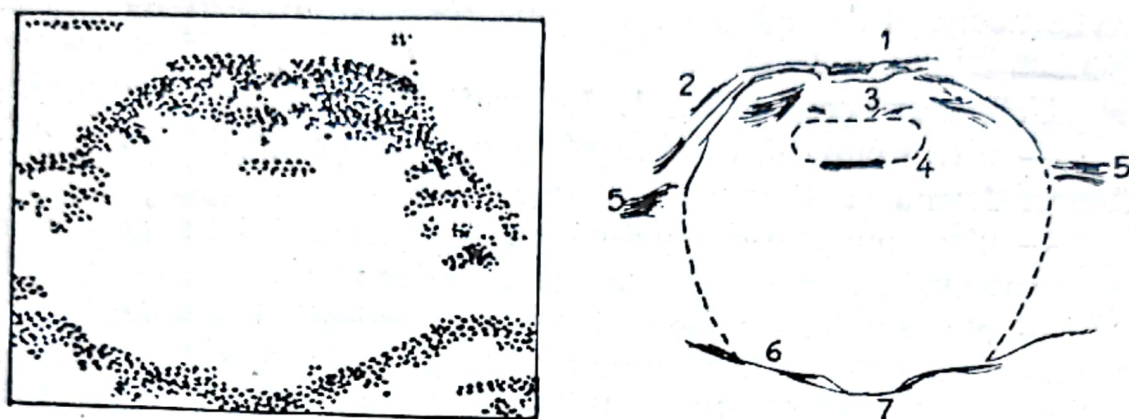


Fig. 170.

Imaginea globului ocular în ecografia B. Glob enucleat de la care s-a prelevat corneea (1) pentru cheratoplastie ; 2 — conjunctivă ; 3, 4 — cristalin ; 5 — mușchi oculomotor ; 6 — polul posterior ; 7 — nervul optic (după Hamard, Massin, Poujol).

Cristalul se deplasează după un ax în prealabil ales și realizează o secțiune transversală, longitudinală, frontală sau sagitală. Intensitatea luminoasă a punctelor este proporțională cu energia ecourilor. Ea reprezintă o veritabilă tomografie acustică a organului traversat. Se poate astfel delimita o tumoră intraoculară, un stafilom posterior. Metoda B dă o privire de ansamblu a regiunii, fără a pune însă accent pe detalii ;

— metoda AB introduce în ecografia B noțiunea cantitativă din ecografia A. Asociază o reprezentare în amplitudine și strălucire realizînd prin linii de tip A o secțiune în sector a globului ;

— ecotomografia în culori este o tomografie de tip B unde intensitatea ecourilor este reprezentată prin diferite culori. Față de tomografia în alb-negru această metodă are posibilități mai mari de evaluare cantitativă a ecourilor ;

— metoda C constă în suprapunerea de cupe tomografice de tip B transparente, în scopul de a efectua o reconstituire tridimensională ;

— metoda M înregistrează variații de poziții ale unui ecou vizualizat în amplitudine sau strălucire. Este utilizată la ochi pentru studiul pulsațiilor coroidiene ;

- metoda cu efect Doppler constă în modificarea frecvenței unui semnal sonor în funcție de viteza de deplasare ;
- metoda holografică permite a reconstitui imaginea în trei dimensiuni plecând de la două dimensiuni prin modificarea unei luminoase.

Utilizarea ecografiei A. Ecografia A are trei utilizări :

- ultrasonografia topografică ce situează leziunea și definește forma și dimensiunile sale ;
- ultrasonografia cinetică studiază modificările ecourilor reflectate prin mișcări ale globului ocular ;
- ultrasonografia selectivă sau cantitativă studiază puterea de reflexie a diferitelor medii, unele în raport cu altele. Urmărește variațiile de amplificare necesare pentru a face să apară sau să dispară unele unde. Un corp străin metalic are o putere mare de reflexie și necesită o amplificare minimă pentru a fi vizualizat. O opacitate vitreană inflamatorie necesită o amplificare maximă pentru ca ecoul reflectat să fie vizualizat. Notarea se face în funcție de intensitatea ecoului. Exemplu în formațiuni tumorale : + + + tumoră fuzocelulară densă și omogenă ; + + tumoră cu celule epitelioide cu densitate slabă ; + tumoră cu structură laxă cu cavități vasculare în interior.

Ecografia în scop diagnostic se poate efectua axial și lateral.

Ecografia axială se realizează cu sonda dispusă perpendicular pe corneea. În acest fel ecograma ochiului normal cuprinde :

- un prim ecou reprezentat de fața anterioară a corneei ;
- un ecou determinat de fața posterioară a corneei, mai mult teoretic, deoarece în practică el este greu de obținut ;
- un scurt segment izoelectric ce corespunde umorului apos și este de 3,2—3,5 mm ;
- un ecou ce corespunde feței anterioare a cristalinului ;
- o inflexiune ce corespunde feței posterioare a cristalinului ;
- între ele un segment izoelectric de 3,4—4 mm determinat de omogenitatea acustică a cristalinului ;

— traversarea vitrosului determină un segment izoelectric de 16 mm la ochiul emetrop ;

— ecourile reflectate de peretele posterior al globului ocular (retină, coroidă, sclerotică) sînt dificil de diferențiat între ele. Se poate deosebi astfel un ecou determinat de retină ; coroida normal este mută. Se mai pot constata alte două ecouri reflectate de fața anterioară și posterioară a scleroticii ;

— ecourile următoare sînt determinate de interferența țesuturilor conului retrobulbar.

Ecografia laterală se realizează cu sonda dispusă lateral. Răspunsul de plecare corespunde aici scleroticii. Ecourile cristaliniene nu mai sînt percepute. Ecograma laterală poate fi efectuată proximal sau distal după cum regiunea explorată este în vecinătatea sondei sau în partea opusă.

Notarea rezultatelor se face pe o fișă specială (fig. 171).

Se utilizează simboluri convenționale (exemplu : o = decolare ; + = tumoră ; — = opacifiere vitreană etc.).

Aplicații ale ecografiei A. Ecografia A completează și nu substituie celelalte metode clasice de explorare a globului ocular. Există numeroase indicații ale ecografiei în oftalmologie.

Biometria globului ocular. Constă în determinarea precisă pe subiectul viu a lungimii globului ocular și a dimensiunii principalelor săi constituenți după formula :

$$L = \frac{CT}{L}$$

în care :

L = lungimea de cercetat ;

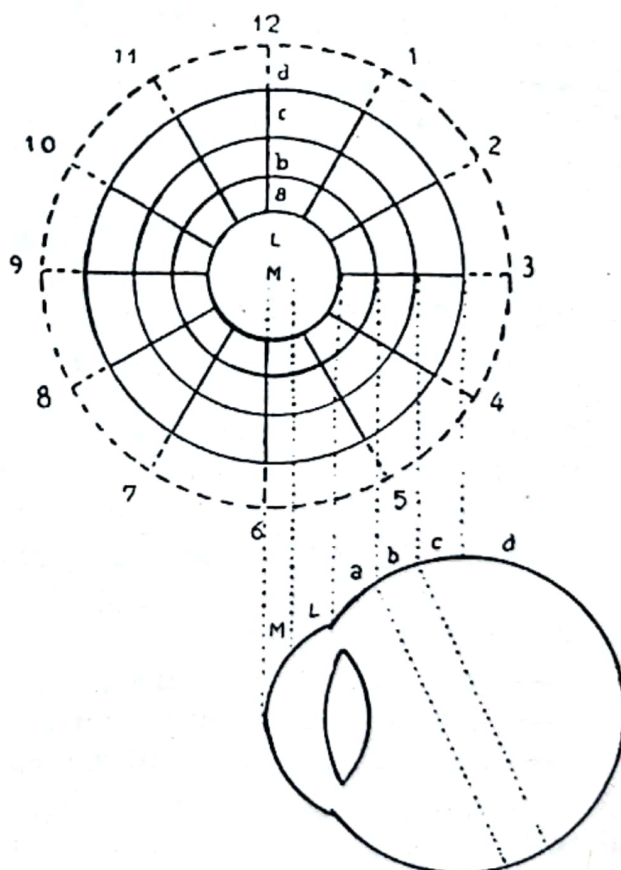


Fig. 171.

Schema ecografică și corespondentele sale pe glob.

C = viteza ultrasunetelor în mediile oculare ; T = timpul citit pe ecran.

Oksala dă următoarele cifre de viteză a ultrasunetelor : corneea 1550 m/s ; umor apos 1495 m/s ; cristalin 1650 m/s ; corp vitros 1495 m/s ; sclerotică 1630 m/s ; coroidă 1533 m/s.

Determinarea refracției oculare. Se poate efectua după formula lui Gernet (1963) :

$$Dt = \frac{1}{L - R}$$

Dt = refracția totală a ochiului ; L = lungimea ochiului în metri determinată prin ecografie ; R = raza de curbură a corneei în metri determinată prin cheratometrie.

Refracția cristalinului se exprimă prin formula :

$$D_1 = Dt - Dc$$

D_1 = refracția cristalinului ; Dt = refracția totală ; Dc = refracția corneei. În caz de ametropie formula se modifică :

$$Dt = \frac{1}{L - R} - A$$

A = puterea lentilei corectoare calculată la vârful corneei. Se sustrage această valoare în caz de hipermetropie și se adaugă în miopie.

Se poate determina astfel gradul de refracție pe care trebuie să îl aibă un cristalin artificial în afachie, diagnosticul unei microcorneei fără microftalmie etc.

Biometria ultrasonică în glaucom poate preciza forma glaucomului. Astfel, prin ecografie, un glaucom cu unghi închis se poate împărți în :

- cristalin normal cu camera anterioară mică ;
- cristalin mărit cu camera anterioară mică ;
- cristalin intumescent ce aplatisează camera anterioară.

Se mai poate face prin ecografie un diagnostic diferențial între megalocornee și glaucom infantil. În glaucomul congenital s-a constatat astfel că globul ocular este alungit numai la nivelul segmentului anterior, iar distanța cristalin-retină rămâne întotdeauna aceeași.

Biometria ultrasonică și creșterea globului. Prin ecografie se poate determina lungimea axială a globului ocular, profunzimea camerei anterioare, puterea de refracție a cristalinului. În determinări biometrice se poate conta pe o precizie de 0,2 mm, aceeași ca și în metoda optică, radiologică sau interferometrică. Aici însă nu este necesar de a se folosi repere exterioare sau substanțe de contrast. S-a stabilit astfel că puterea de refracție a cristalinului este de trei ori mai mare decât a celorlalte structuri optice. În globii cu o structură armonioasă cristalinul își modifică forma și puterea de refracție în funcție de lungimea ochiului. Cristalinul poate deci să emetropizeze globii oculari de diferite lungimi. Ecografia poate astfel diferenția :

- o hipermetropie cu ochi mic de la naștere ;
- hipermetropie prin oprire în creștere a ochiului ;
- miopie congenitală cu ax mare de la naștere ;
- miopie ce apare la pubertate printr-o creștere rapidă ;
- miopie tardivă prin continuarea creșterii globului după pubertate etc.

Tulburări ale mediilor. Corneea : în cazul unei corneei opace ecografia precizează grosimea corneei și profunzimea camerei anterioare.

Camera anterioară : poate fi explorată în cazul unor opacifieri corneene în vederea transplantării.

Cristalin : se pot face determinări ale diametrului cristalinian în cataracta intumescentă, cataracta secundară, deplasarea cristalinului. Opacifieri ale cristalinului determină interferențe acustice. Nucleul cristalinian se exteriorizează acustic prin 1—2 ecouri intermediare. Cristalinul cataractat reflectă mai greu ultrasunetele, deci este necesară o intensitate mai mare pentru a se obține o undă mai înaltă. Viteza de propagare este și ea modificată de la $1641 \text{ m/s} \pm 1,2$ în cristalinul normal la 1543 m/s în cel cataractat.

Vitros : tulburările vitreene sînt bogate în imagini ecografice. Ultrasonografia furnizează relații atunci cînd corneea sau cristalinul sînt opace. Apar ecouri patologice în hemoragii, opacifieri inflamatorii, retinită proliferată. Ecourile nu se produc dacă la limita de separare a două medii opace există aceeași densitate. Amplitudinea ecourilor permite aprecierea intensității opacităților vitreene, existența unui țesut organi-

zat. În opacifieri difuze și omogene nu se obține nici un ecou chiar dacă vitrosul este complet opac. O hemoragie recentă bine limitată dă un ecou unic. Oksala (1965) arată experimental că singele coagulat introdus în vitros produce ecouri mai mari decât singele citratat. Opacifierile inflamatorii necesită o amplificare mai mare și sînt dificil de exteriorizat. Absența ecourilor pe ultimii 5 mm ai ecogramei arată decolare posterioară de vitros.

Retina este un teren mai vast pentru ultrasonografie, unde există și o mare experiență.

Ecografia are indicații :

- atunci cînd retina nu este vizibilă optic ;
- dacă dorim să măsurăm proeminența retinei decolate ;
- pentru diagnostic diferențial între o dezlipire idiopatică și una simptomatică. Aceasta se bazează pe faptul că pe ecograma dezlipirii idiopatice între ecoul retinei dezlipite și ecoul peretelui scleral, spațiul retroretinian se traduce prin heterogenitate acustică (fig. 172). Lungimea acestuia arată proeminența retinei dezlipite, care, pentru ca cele două ecouri să fie separate, trebuie să fie de cel puțin 1,5 mm. În dezlipirea tumorală după ecoul retinian, apar mai multe ecouri înalte fără a reveni la linia izoelectrică (fig. 173).

Examinarea trebuie făcută cu intensități crescute pentru că intensitățile slabe pot fi absorbite de masa tumorală și simula un spațiu retroretinian acustic gol. Pot apare confuzii în cazul unor opacifieri fibroase în spatele retinei decolate. Chiștii retinieni dau același aspect ecografic ca și dezlipirea.

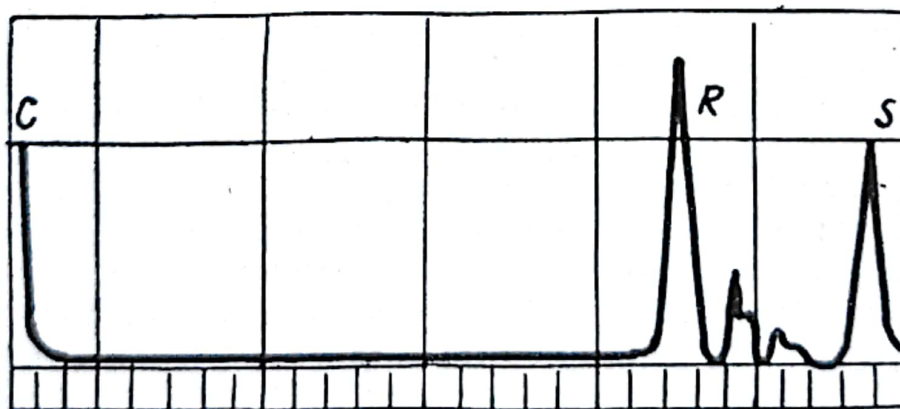


Fig. 172.

Aspect ecografic în dezlipirea de retină idiopatică (schematic).

Ecografia permite aprecierea evoluției în dezlipirile operate ; apreciază valoarea indentației, a scurtării globului și a resorbției aerului introdus în vitros.

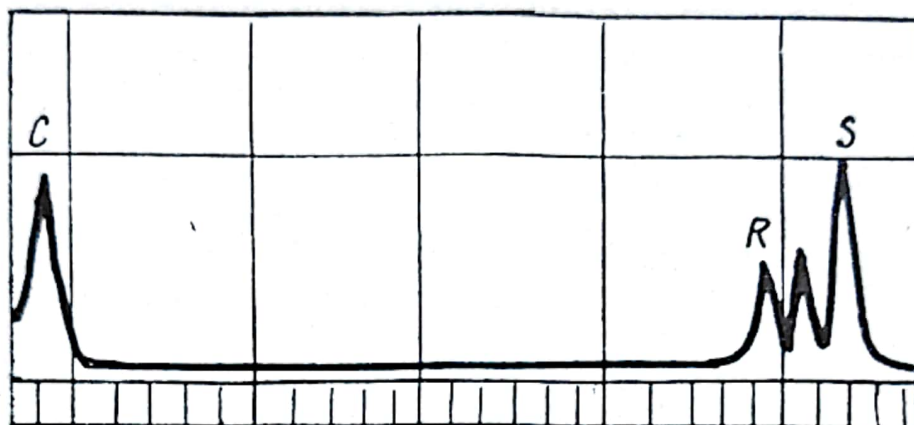


Fig. 173.

Aspect ecografic în dezlipirea de retină tumorală (schematic).

Tumori intraoculare. Heterogenitatea unei tumori intraoculare se traduce acustic printr-un ecou inițial de amplitudine mai mare, urmat de ecouri mai mici intermediare cu absența revenirii la linia de bază. Ecourile intermediare corespund masei tumorale. Amplitudinea lor scade treptat din cauza absorbției tumorii. Distanța care separă primul ecou al feței anterioare de cel transmis de peretele scleral arată proeminența tumorii. Ultrasonografia sesizează proeminențe de 0,5 mm, cifră care reprezintă puterea analitică a metodei. Buschmann (1963) efectuează concomitent un examen oftalmoscopic și ecografic cu un ecograf special orientînd mai bine fascicolul sonor la nivelul formațiunii suspecte.

Tumurile pot fi detectate și prin explorări proximale. Pot apare și unele ecouri ecografice în tumorile pediculate, hemoragii intratumorale sau necroze intratumorale, în care, după ecoul inițial, se revine la linia de bază. Se poate preciza diagnosticul de tumoră intraoculară prin ecografie cu un procent de erori de 6%.

Corpii străini intraoculari. Indicațiile ecografiei sînt în toate cazurile în care biomicroscopia, oftalmoscopia și radiologia nu pot fi aplicate fie din cauza mediilor opace, fie din cauza di-

menșiunilor mici subradiologice, sau atunci cînd corpul străin este radiotransparent.

Corpul străin avînd o densitate mare va da un ecou înalt. Ecografia face aprecieri și asupra existenței unor hemoragii, organizări exudative, dezlipiri de retină. Localizarea corpului străin se face cu aproximație de 1—2 mm pentru localizările anterioare ecuatorului și 2—4 mm pentru localizările posterioare. Ecografia este utilizată în special pentru localizarea corpilor străini parietali. Pentru localizarea corpilor străini mai poate fi folosită și metoda cinetică, capul sonor executînd mișcări lente pe suprafața ochiului. În momentul în care fascicolul sonor interceptează corpul străin va apare un ecou înalt care dispare dacă mișcarea continuă.

Examenul globilor oculari cu medii opace. Mai mult de 2/3 din indicațiile diagnostice ale ecografiei sînt în examenul globilor oculari cu medii opace. În glaucomul absolut nedure-ros, ecografia elimină diagnosticul unei tumori intraoculare și evită o enucleație inutilă. Pe un glob dureros permite de a alege între o enucleație și o eviscerație.

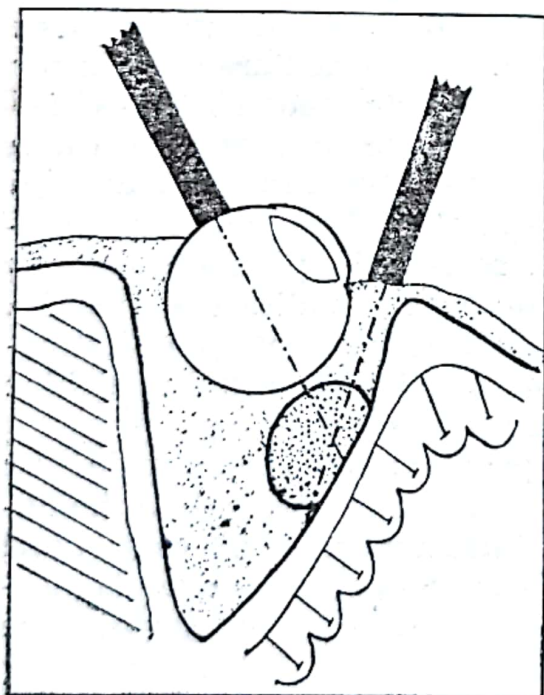


Fig. 174.
Examenul trans-bulbar și para-bulbar
al unei tumori orbitare.

Orbita. Reprezintă un cîmp vast de aplicare a ecografiei. În exoftalmiile unilaterale determinate de țesuturi moi, examenul radiologic este deseori negativ. Examenul acustic al orbitei are justificare în cazuri în care evidențierea și localizarea unei tumori nu este posibilă cu alte metode. Țesutul orbital normal este, din punct de vedere acustic, foarte heterogen, cu ecouri multiple și înalte. Spre deosebire de glob, modificările patologice se evidențiază aici prin lipsă de ecouri sau ecouri joase. Este necesar în aceste cazuri de a se efectua ecografia cu incidențe diferite în

serie și simetrice pentru a putea fi interpretate comparativ cu orbita sănătoasă (fig. 174).

Astfel se poate determina mărimea și întinderea unui țesut patologic. Orbita este însă examinată mai bine prin ecografia B, unde se poate diagnostica o tumoră bine conturată cu o permeabilitate rea ultrasonică (meningiom, gliom, neurofibrom) de cele cu o bună permeabilitate ultrasonică (mucocel, dermoid). Dintre tumorile cu limite difuze angiomul și limfangiomul au o bună permeabilitate ultrasonică; limfomul și metastazele tumorale au o mai slabă permeabilitate.

Erori ale ecografiei

În biometria globului ocular metoda nu este perfect exactă deoarece viteza de propagare a sunetelor diferă în funcție de mediile traversate. Franceschetti propune pentru corecție, adăugarea de 0,5 mm la datele inițiale. Sonda poate face o depresiune de câțiva milimetri la nivelul corneei, care poate la fel genera un coeficient de eroare. Lipsa de fixație din partea unor subiecți neatenți și copii, poate constitui la fel cauze de erori.

Ecografia nu este nocivă deoarece energia utilizată este mică. Emisia este discontinuă și nu se formează la nivelul ochiului fenomenul de cavitate.

Ea nu se substituie celorlalte metode de explorare, ci le completează. Asocierea ecografiei cu angiofluorografia în tumori și cu electroretinografia în afecțiunile retinei dă un diagnostic mult mai sigur.

XV. EXPLORAREA ECHILIBRULUI OCULO-MOTOR

Pentru a aprecia starea echilibrului oculo-motor și vederea binoculară dispunem de o multitudine de metode de examen, dintre care unele foarte simple, care pot fi utilizate în orice cabinet de consultație. Metodele folosite și informațiile furnizate variază după cum este vorba de un strabism, de o heteroforie sau de o paralizie oculo-motorie. În toate cazurile primele informații, orientative, provin din examenul obiectiv al bolnavului, care include :

- cercetarea poziției capului și ochilor ;
- studiul mișcărilor monoculare (ducțiuni) și binoculare (versiuni) ;
- examenul sub ecran (cover test) ;
- cercetarea ochiului director ;
- cercetarea punctului proxim de convergență.

POZIȚIA CAPULUI ȘI A OCHILOR

O observăm în timpul anamnezei și atitudinea vicioasă cu fața întoarsă spre dreapta sau stînga, mentonul ridicat sau coborît, capul înclinat pe un umăr sînt sugestive pentru un dezechilibru oculo-motor, fiind vorba de obicei de o paralizie oculo-motorie recentă sau veche. Guillaumat sistematizează poziția capului, a mentonului și a feței în diferitele paralizii oculare (tabel XIII și XIV).

Punînd subiectul să privească o sursă luminoasă, aflată la distanță în fața lui, se notează : poziția fiecărui ochi, prezența sau absența paralelismului axelor vizuale, care este ochiul care fixează și poziția congenerului în raport cu ochiul fixator (deviat în convergență, în divergență, deor sau sursumvergență) ; modificarea poziției globilor oculari prin trecerea de

Tabel XIII

Poziția capului în paralizile mușchilor oculo-motori cu acțiunea verticală

	Mușchii paralizați	Fața întoarsă	Poziția mentonului	Înclinația capului
O. D.	D. Sup. D. Inf. Obl. Sup. Obl. Inf.	La dreapta La dreapta La stînga La stînga	Ridicat Coborît Coborît Ridicat	La stînga La dreapta La stînga La dreapta
O. S.	D. Sup. D. Inf. Obl. Sup. Obl. Inf.	La stînga La stînga La dreapta La dreapta	Ridicat Coborît Coborît Ridicat	La dreapta La stînga La dreapta La stînga

Tabel XIV

Paraliziile oculo-motorii după atitudinea vicioasă a capului (rotația feței)

Fața întoarsă spre dreapta (O. D. : D. Sup. sau D. Inf. O. S. : Obl. Sup. sau Obl. Inf.)	Menton ridicat	Capul înclinat la stînga : D. Sup. OD. sau Obl. Inf. OS
	Menton coborît	Capul înclinat la dreapta : D. Inf. OD. sau Obl. Sup. OS.
Fața întoarsă spre stînga (O. D. : Obl. Sup. sau Obl. Inf. O. S. : D. Sup. sau D. inf.	Menton ridicat	Capul înclinat la dreapta : D. Sup. OS sau Obl. Inf. OD
	Menton coborît	Capul înclinat la stînga : D. Inf. OS. sau Obl. Sup. OD

la vederea la distanță, la vederea de aproape (subiectul fixează alternativ sursa de lumină de la distanță și lumina oftalmoscopului, plasat la 50—60 cm în fața lui).

Asimetria reflexului pe corneea a sursei luminoase este sugestivă pentru absența ortoforiei.

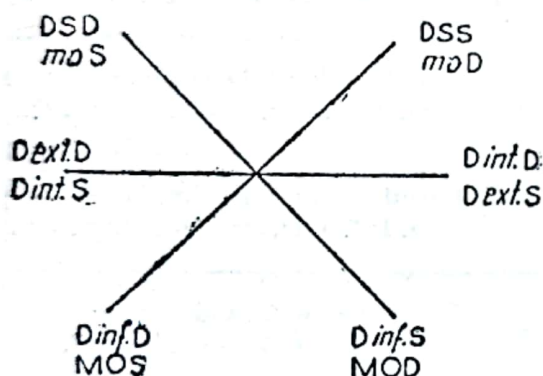
Tabel XV

Paraliziile oculo-motorii după înclinația capului

Capul înclinat la dreapta	Fața întoarsă spre dreapta	Menton coborît : D. Inf. O.D. sau Obl. Sup. O. S.
	Fața întoarsă spre stînga	Menton ridicat : Obl. Inf. O. D. sau D. Sup. O. S.
Capul înclinat la stînga	Fața întoarsă spre dreapta	Menton ridicat : D. Sup. O. D. sau Obl. Inf. O. S.
	Fața întoarsă spre stînga	Menton coborît : Obl. Sup. O. D. sau D. Inf. O. S.

STUDIUL MIȘCĂRILOR OCULARE

Ducțiunile — sînt mișcările fiecărui ochi în parte în cele 8 direcții ale privirii, pornind din poziția primară în pozițiile secundare (abducție, adducție, în sus și în jos) și în pozițiile terțiare oblice (în sus și în afară, în sus și înăuntru, în jos și în afară, în jos și înăuntru), conform schemei din fig. 175, care indică acțiunea fiecărui mușchi.

Fig. 175.
Steaua lui Owen.

Examenul se face pentru fiecare ochi în parte, congenerul fiind acoperit și se notează : limitarea mișcării într-o anumită direcție și apariția de secuse nistagmice, care

pot fi sugestive pentru pareze musculare.

Versiunile — sînt studiate cu ambii ochi descoperiți, capul imobil și fixînd sursa luminoasă, care se deplasează în cele 8 direcții ale privirii. Poziția reflexului pe corneea în timpul mișcărilor dă indicații asupra :

— ortoforiei, în care caz rămîne bine centrat la ambii ochi ;

- asupra ochiului director, pe care rămâne centrat, în timp ce pe celălalt ochi deviază;
- asupra tipului de deviație : concomitentă (deviația este constantă în toate direcțiile privirii) sau inconcomitentă (gradul deviației este inegal în diverse poziții ale privirii);
- asupra fixației alternante (ochiul fixator se schimbă în cursul examinării).

EXAMENUL SUB ECRAN (COVER TEST)

Permite de a preciza tipul dezechilibrului oculo-motor, folosind un instrumentar foarte simplu (oftalmoscop și un ecran) și examenul poate fi practicat și în poziție culcată, la bolnavii neurologici, care nu pot fi deplasați. După oarecare exercițiu permite chiar o apreciere cantitativă, aproximativă, a valorii deviației.

Tehnică : bolnavul plasat în fața examinatorului, cu capul drept, fixează lumina oftalmoscopului (plaja mare a acestuia, pentru a lumina ambii ochi), aflat la 50—60 cm în fața lui. Cu un opercul, examinatorul acoperă alternativ fiecare ochi sau intermitent un singur ochi (cover test în primul caz și ocluzie unilaterală intermitentă în al doilea caz), disociind imaginile celor doi ochi și observă devierea ochiului după ridicarea operculului. Examenul se poate practica în poziția primară pentru vederea de aproape sau pentru vederea la distanță, precum și pentru fiecare din direcțiile principale ale privirii.

Rezultate : în heteroforii, cu ocluzia unilaterală intermitentă, ochiul deviază și reia fixația după îndepărtarea operculului. Sensul mișcării de revenire, la reluarea fixației, precizează tipul de heteroforie : exoforie — revenire din afară înăuntru, esoforie — revenire dinăuntru în afară, hiperforie — revenire de sus în jos și hipoforie — revenire de jos în sus (fig. 176).

În strabismele manifeste, ocluzia alternă este utilă pentru a studia deviația iar ocluzia unilaterală intermitentă precizează ochiul director, pentru că acoperind și descoperind ochiul deviat, ambii ochi rămân imobili, în timp ce acoperind și descoperind ochiul director, ambii ochi fac o mișcare în sens invers (fig. 177).

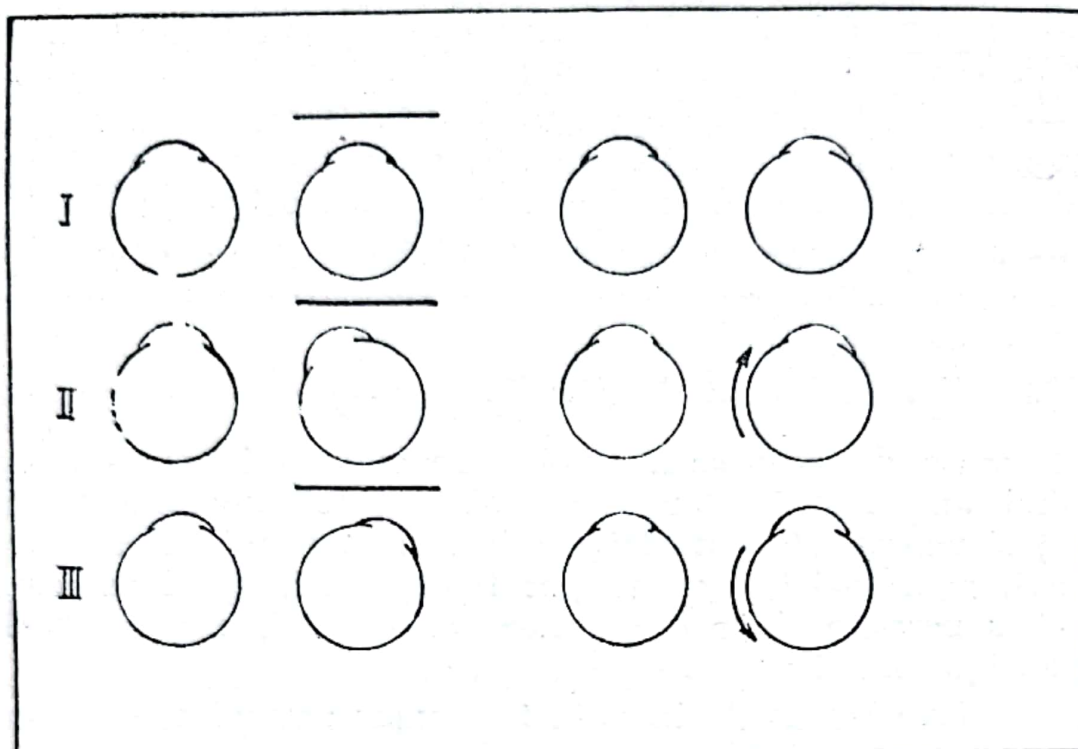


Fig. 176. Cover test în heteroforie : I – ortoforie ; II, III – heteroforie OS. (Maione).

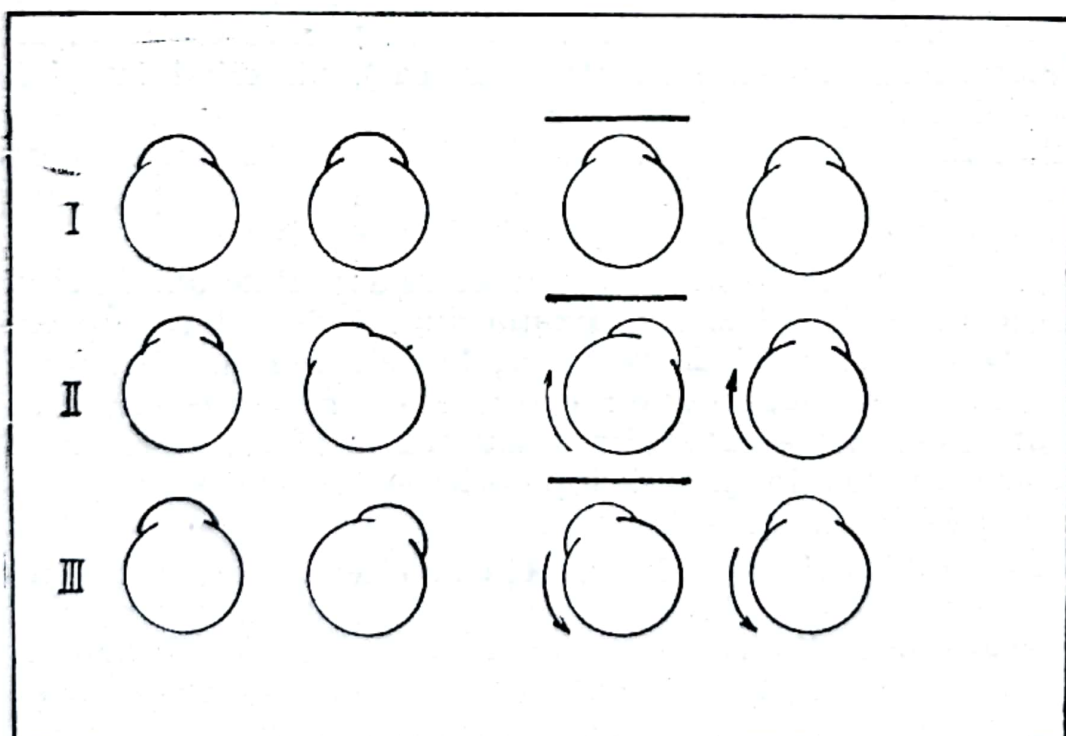


Fig. 177 Cover test în strabismul concomitent : I – ortoforie : II, III – strabismul concomitent (Maione).

În strabismul monocular, la descoperirea celor doi ochi, ochiul fixator păstrează fixația, dacă a fost acoperit ochiul deviat.

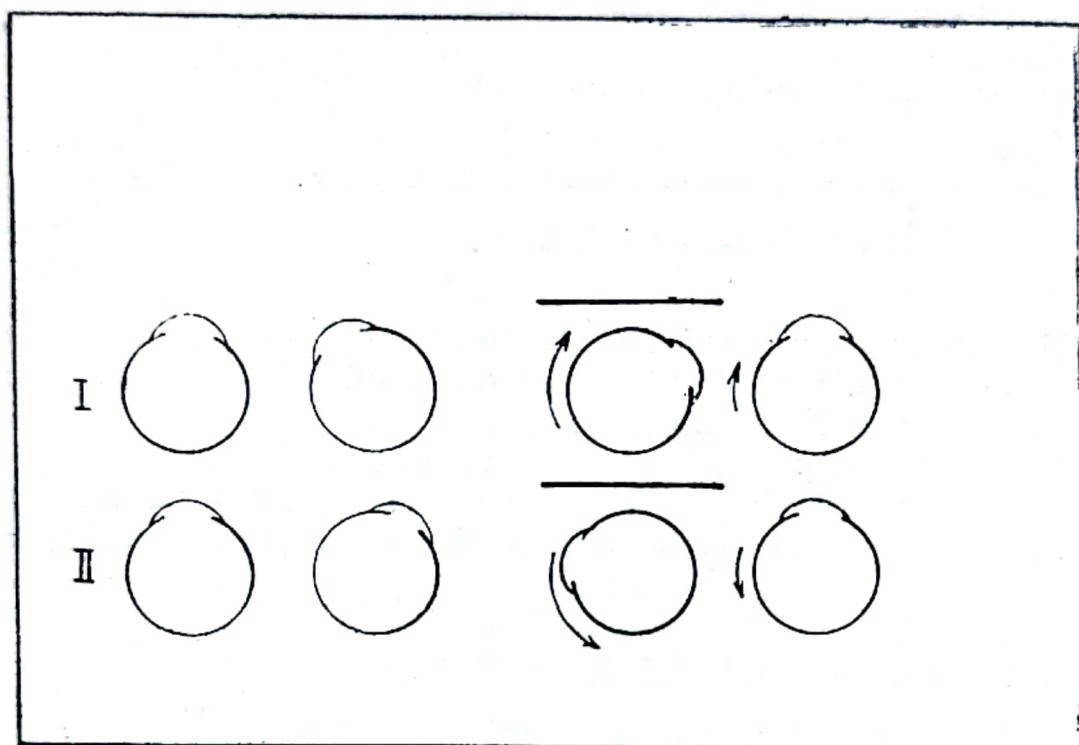


Fig. 178.

Cover test în strabismul paralytic (Maione).

În strabismele paralytice (fig. 178) se practică ocluzia alternă în poziția primară și în câmpul de acțiune al fiecărui mușchi.

În formele recente, dacă ochiul sănătos fixează, deviația este minimă sau absentă, iar dacă fixează ochiul cu paralizia, deviația este importantă în poziția primară a privirii și se accentuează dacă examenul se face punând ochiul să fixeze în direcția de acțiune a mușchiului paralizat.

Testul ecranului permite diagnosticul diferențial între heteroforii și strabismele fără deviație evidentă, conform schemei de mai jos :

OS acoperit → OD deviază = heteroforie, OS director
 ↓
 OD nu deviază → OS revine = heteroforie
 Descoperim OS
 (fără a acoperi OD)
 ↓
 OS nu deviază
 Acoperim OD → OS deviază = heteroforie, OD director
 ↓
 OS nu deviază
 Descoperim OD → OD deviază = heteroforie, OS director
 |
 → OD nu deviază = ortoforie.

Rezultatele examenului sub ecran nu au valoare în caz de fixație anormală a ochiului deviat (în amblioplii) și testul nu permite examenul cicloforiilor.

Cu ajutorul prismelor, plasate sub ecran și orientate corespunzător sensului deviației, se poate neutraliza mișcarea ochiului la ridicarea ecranului. Mărimea prismei folosite măsoară amplitudinea deviației.

CERCETAREA OCHIULUI DIRECTOR

Are importanță în stabilirea atitudinii terapeutice.

În ambliopii, ochiul director este cel cu vederea cea mai bună.

În cazul acuității vizuale egală la ambii ochi, se practică ocluzia unilaterală intermitentă. Dacă ochiul acoperit preia fixația, după ce este descoperit, el este ochiul director.

În strabismul alternant, deși fixația este alternativă la un ochi și la celălalt, repetînd de mai multe ori manevra de acoperire și descoperire a unui ochi constatăm că unul din ei reia mai rapid fixația, acesta este ochiul dominant.

În heteroforii nu are importanță stabilirea ochiului dominant.

Se mai poate folosi proba cu cartonul cu orificiul central. Ne servim de un carton de 20/10 cm cu un mic orificiu central. Subiectul privește, cu ambii ochi deschiși, prin orificiul central o sursă de lumină. Închizînd alternativ fiecare ochi, observăm care este ochiul cu care fixează lumina, acesta fiind ochiul director.

CERCETAREA PUNCTULUI PROXIM DE CONVERGENȚĂ

Se poate face prin metoda diplopiei, cînd există vedere binoculară (în heteroforii sau insuficiență de convergență). Se apropie lent un obiect de ochi pînă ce acesta este văzut dublu. Distanța de la rădăcina nasului la obiectul văzut dublu dă valoarea punctului proxim de convergență (normal 5—6 cm). În absența vederii binoculare se folosește o metodă obiectivă: se apropie obiectul de ochi și se observă convergența celor doi ochi, notînd distanța la care convergența unui ochi cedează și păstrează fixația doar ochiul director. Metoda permite aprecierea convergenței și în privirea în sus sau în jos. Notăția se face după formula:

+
++
++

Aceasta arată că puterea de convergență este bună la privirea în jos și înainte și medie la privirea în sus. În stări patologice cel mai frecvent deficitară este convergența la privirea în jos.

Pentru a compara în timp evoluția unei deviații se poate folosi metoda fotografică, fotografiînd poziția ochilor în cele 9 direcții ale privirii și poziția capului și ochiului în atitudine vicioasă.

Datele obținute din examenul obiectiv permit diagnosticul orientativ asupra tipului de dezechilibru oculo-motor. Acesta trebuie însă completat cu metode speciale, instrumentale, pentru măsurarea deviației obiective, aprecierea corespondenței retiniene, examenul diplopiei și studiul vederii binoculare.

EXAMENUL STRABISMULUI

Cuprinde în afară de examenul clinic general și cercetarea acuității vizuale și refracției — măsurarea deviației obiective, aprecierea corespondenței retiniene și studiul vederii binoculare.

Măsurarea deviației obiective se poate face folosind mai multe metode:

— examenul comparativ al reflexelor corneene (Hirschberg). Ambii ochi sînt luminați cu lumina oftalmoscopului sau cu o sursă luminoasă. Pe ochiul director reflexul sursei lumi-

noase se formează în centrul pupilei, în timp ce pe ochiul deviat el apare deplasat nazal sau temporal. O deplasare de 1 mm se admite că ar corespunde unei deviații de 8° . Este o metodă aproximativă :

— examenul reflexului pe corneă cu prisme (Krimski). Tehnica este aceeași ca la examenul precedent, dar în fața ochiului deviat se pun prisme (cu vârful intern în esotropii și vârful extern în exotropii), de valoare crescîndă pînă ce reflexul sursei luminoase revine în centrul pupilei. Valoarea prismei folosite măsoară unghiul de deviație. Metoda are indicație în ambiopiile profunde ;

— examenul la perimetru permite măsurarea deviației strabice după două tehnici :

— tehnica Javal (fig. 179). Ambii ochi sînt descoperiți, ochiul director fixează punctul 0. Pe arcul perimetric se deplasează sursa de lumină pînă în poziția B, cînd reflexul ei cade pe centrul pupilei ochiului deviat. Mărimea unghiului corespunde deviației ;

— tehnica Charpentier (fig. 180). Ochiul deviat este plasat în centrul perimetrului și ochiul director fixează punctul 0. Se caută pe arcul perimetric punctul A, unde imaginea punctului 0 se proiectează în centrul pupilei ochiului deviat.

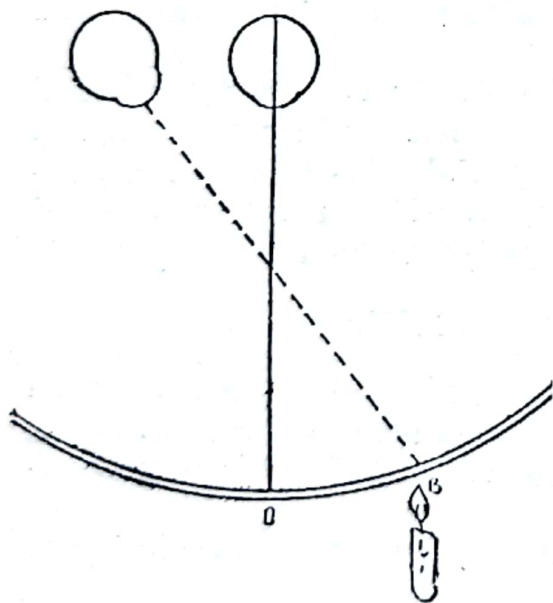


Fig. 179.
Măsurarea unghiului obiectiv la perimetru. Metoda Javal.

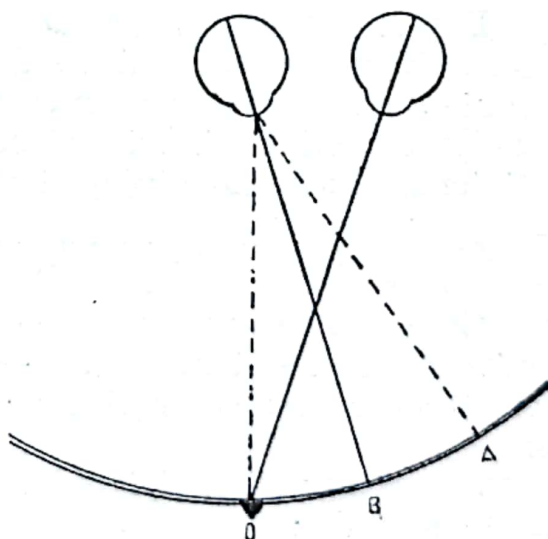


Fig. 180.
Măsurarea unghiului obiectiv la perimetru. Metoda Charpentier.

Deviația obiectivă este OB, adică jumătate din unghiul corespunzător OA. Metoda este precisă în deviațiile mici dar în practică cea mai folosită este totuși tehnica Javal ;

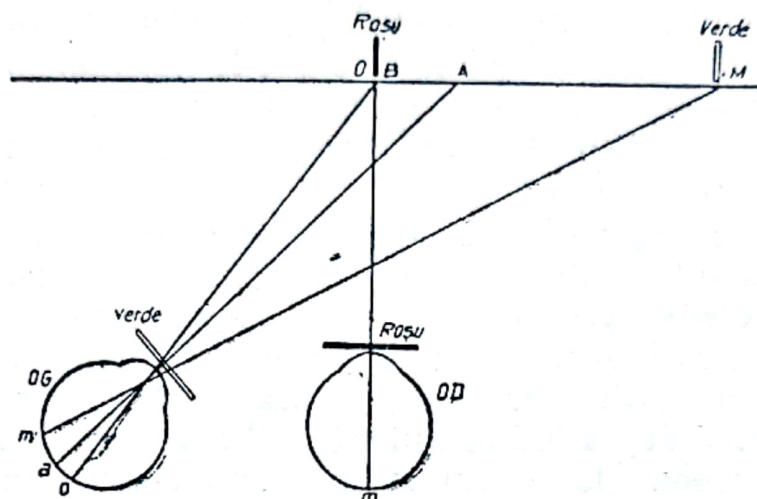


Fig. 181.
Principiul testului Hess-Lancaster.

— procedeul Hess-Lancaster (testul roșu-verde), fig. 181. Metoda dă valoarea deviației obiective numai în cazul corespundenței retiniene normale și permite aprecierea deviației în toate direcțiile privirii. Bolnavul este așezat cu capul în menționieră, la un metru de un ecran divizat în 7 careuri de 7 cm, avînd un ochelar cu sticlă roșie pe OD și cu sticlă verde pe OS. El ține în mînă un proiector luminos verde și trebuie să suprapună lumina lui peste lumina roșie, pe care examinatorul o proiectează în punctul O. În cazurile în care ochiul stîng este deviat, lumina verde este proiectată decalat față de punctul O, în punctul M de pe schemă. Știînd că deviația de 1 cm reprezintă o dioptrie și fiecare careu mic are 7 dioptrii sau 4° , se poate aprecia în grade sau dioptrii mărimea deviației (de fapt unghiul subiectiv) ;

— măsurarea deviației la sinoptofor. Este cel mai des folosită și cea mai comodă dintre metode. Aparatul este un stereoscop perfecționat, care pune bolnavul în condițiile vederii la distanță. Este alcătuit din două tuburi, care conțin un sistem de iluminat, un suport pentru mire și o oglindă înclinată la 45° , care proiectează imaginea mirei, printr-o lentilă de $+7$

dioptrii, în ochiul pacientului. Cele două tuburi sînt susținute de brațe mobile, ce se pot deplasa pe un semicerc gradat pe masa aparatului nazal și temporal față de un punct de 0. O mentonieră și un sistem de reglare a distanței permit fixarea distanței între tuburi în funcție de distanța interpupilară a pacientului. De asemenea mirele pot fi basculate spre subiect sau spre examinator, pentru a permite centrarea reflexului pe cornee în caz de incicloforie și respectiv excicloforie. Fiecare miră poate fi luminată separat.

Tehnica: se fixează capul subiectului în mentonieră și se reglează distanța oglinzilor conform distanței pupilare. Se aleg două mire pentru vederea simultană, de exemplu leul și cușca, și se fixează cu leul în brațul drept al sinoptoforului, care este la 0. Se apreciază poziția reflexului corneean la ochiul drept și deplasînd brațul stîng al sinoptoforului se aduce reflexul corneean la ochiul stîng într-o poziție simetrică cu cea din ochiul drept. Pe arcu gradat al sinoptoforului se citește valoarea sau în dioptrii prismatice, poziția brațului corespunde mărimea deviației. Se repetă manevra, înlocuindu-se brațul stîng al sinoptoforului și manevrînd brațul drept.

În cazul în care reflexul corneean pe ochiul fixator este decentrat superior sau inferior, se deplasează în sens vertical mirele.

Măsurarea unghiului obiectiv la sinoptofor prin observarea reflexelor corneene poate fi folosită și în strabismele cu ambliopie, spre deosebire de metoda fixației alterne a celor două mire, care necesită o acuitate vizuală bună la ambii ochi.

Aprecierea corespondenței retiniene. Examenul la sinoptofor al unghiului subiectiv și obiectiv și al fuziunii permit aprecieri asupra corespondenței retiniene. Astfel cînd unghiul subiectiv este egal cu cel obiectiv și pacientul are vedere simultană, corespondența retiniană este normală.

În cazurile în care unghiul subiectiv este mai mic decît unghiul obiectiv și fuziunea nu se poate obține, fie din cauza unei zone de neutralizare (în momentul cînd mirele se apropie de fuziune una din ele dispăre), fie a fenomenului de salt (saltul unei imagini de partea opusă, la punctul de fuziune) sau fuziunea se obține la un unghi mai mic decît unghiul obiectiv,

dioptrii, în ochiul pacientului. Cele două tuburi sînt susținute de brațe mobile, ce se pot deplasa pe un semicerc gradat pe masa aparatului nazal și temporal față de un punct de 0. O mentonieră și un sistem de reglare a distanței permit fixarea distanței între tuburi în funcție de distanța interpupilară a pacientului. De asemenea mirele pot fi basculate spre subiect sau spre examiner, pentru a permite centrarea reflexului pe corneea în caz de incicloforie și respectiv excicloforie. Fiecare miră poate fi luminată separat.

Tehnica: se fixează capul subiectului în mentonieră și se reglează distanța oglinzilor conform distanței pupilare. Se aleg două mire pentru vederea simultană, de exemplu leul și cușca, punînd mira cu leul în brațul drept al sinoptoforului, care este imobilizat la 0. Se apreciază poziția reflexului corneean la ochiul drept și deplasînd brațul stîng al sinoptoforului se aduce reflexul corneean la ochiul stîng într-o poziție simetrică cu cel de la ochiul drept. Pe arcul gradat al sinoptoforului se citește, în grade sau în dioptrii prismatice, poziția brațului stîng, care indică mărimea deviației. Se repetă manevra, imobilizînd la 0 brațul stîng al sinoptoforului și manevrînd brațul drept.

În cazul în care reflexul corneean pe ochiul fixator este decentrat superior sau inferior, se deplasează în sens vertical mirele.

Măsurarea unghiului obiectiv la sinoptofor prin observarea reflexelor corneene poate fi folosită și în strabismele cu ambliopie, spre deosebire de metoda fixației alterne a celor două mire, care necesită o acuitate vizuală bună la ambii ochi.

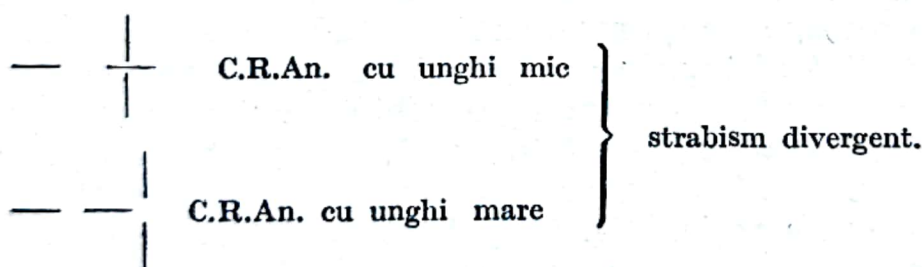
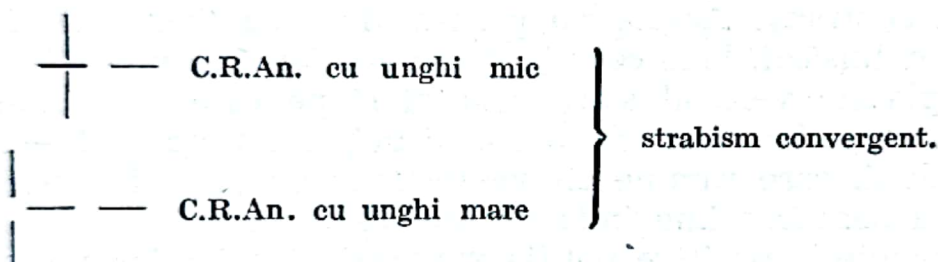
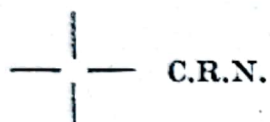
Aprecierea corespondenței retiniene. Examenul la sinoptofor al unghiului subiectiv și obiectiv și al fuziunii permit aprecieri asupra corespondenței retiniene. Astfel cînd unghiul subiectiv este egal cu cel obiectiv și pacientul are vedere simultană, corespondența retiniană este normală.

În cazurile în care unghiul subiectiv este mai mic decît unghiul obiectiv și fuziunea nu se poate obține, fie din cauza unei zone de neutralizare (în momentul cînd mirele se apropie de fuziune una din ele dispare), fie a fenomenului de salt (saltul unei imagini de partea opusă, la punctul de fuziune) sau fuziunea se obține la un unghi mai mic decît unghiul obiectiv;

este vorba de o corespondență retiniană anormală. Aceasta se poate verifica, tot la sinoptofor, prin metoda postimaginilor pozitive sau negative sau prin asocierea postimaginilor cu un obiect real.

Tehnică : cu mire speciale, care dau pentru OD imaginea unei linii verticale întreruptă în centru, și pentru OS imaginea unei linii orizontale întreruptă în centru, se stimulează fiecare ochi în parte cu o fază clară scurtă și o fază întunecată, lungă, obținându-se postimagini clare pe fond întunecat și apoi crescând frecvența impulsurilor luminoase, se obțin postimagini negative, deci întunecate pe fond clar.

Răspunsul subiectului poate da următoarele variante :



Se poate asocia postimaginea ochiului deviat cu o miră, reprezentînd scala Maddox.

Tehnică : considerînd OD deviat în convergență, se fixează brațele sinoptoforului la valoarea unghiului obiectiv și se creează la OD o postimagine verticală, lumina la OS fiind stinsă. O miră, reprezentînd scala Maddox, este fixată în fața OS și se cere subiectului, după fixarea postimaginei,

să fixeze punctul 0 al scalei și să citească cifra de pe scală, unde se proiectează postimaginea verticală. Ea poate fi la 0° , în caz de corespondență retiniană normală sau în dreptul unei



Fig. 182.

Corespondența retiniană examinată la sinoptofor cu scala Maddox la OS.

diviziuni oarecare, în caz de corespondență retiniană anormală (fig. 182).

Un examen mai laborios și cerînd o bună colaborare din partea subiectului este studiul corespondenței retiniene cu o imagine reală în fața ochiului strabuc. Se recurge la el în cazul neconcordanței în răspunsurile cu alte metode.

În lipsa sinoptoforului, postimaginea pot fi create cu aparatul Bielschowsky. Acesta nu permite însă controlul fixației în timpul ebluisării. Este constituit dintr-o fantă luminoasă, ce poate fi plasată vertical sau orizontal și pe care subiectul, aflat la 75 cm, o fixează cu fiecare ochi în parte timp de 10—20 secunde, după care rămîne cîteva secunde cu ochii închiși și este pus să deseneze imaginile pe care le vede.

Postimaginea pozitive pot fi normale și numai cele negative pot fi anormale. Cînd ambele dau răspunsuri anormale, aceasta dovedește o corespondență retiniană anormală bine consolidată.

Metoda diplopiei provocate, pusă la punct de Cüppers, creează o postimagine verticală pe ochiul deviat și pune pe ochiul director o sticlă roșie întunecată, subiectul fiind plasat la 1 m de crucea Maddox, al cărui punct luminos central îl fixează prin sticla roșie. (fig. 183). Locul unde se proiectează postimaginea pe crucea Maddox indică unghiul obiectiv, pentru că sticla roșie foarte întunecată nu permite ochiului drept să vadă decît punctul central luminos al crucii Maddox în roșu nu și restul crucii : deci localizarea se face numai prin ochiul deviat. În cazul corespondenței retiniene normale, punctul roșu și postimaginea se confundă. În corespondența anormală disarmonioasă, punctul roșu este între punctul central și postimagine iar în corespondența retiniană anormală armonioasă, punctul roșu se suprapune peste punctul central.

Cînd există scotom de neutralizare metoda nu dă rezultate decît plasînd în fața unui ochi o prismă verticală de 10 dioptrii.

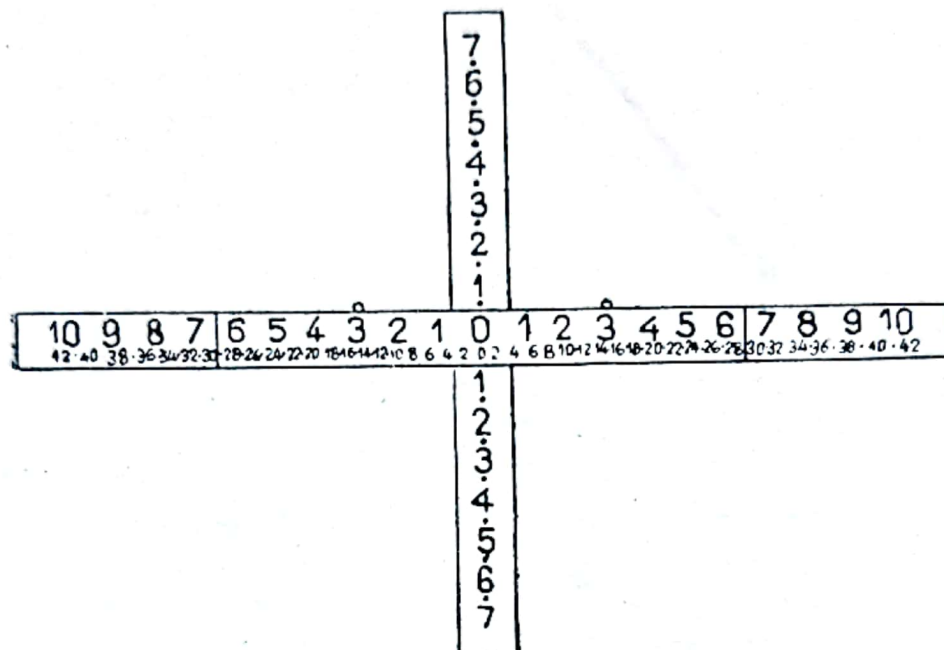


Fig. 183.
Crucea Maddox.

Ambliopia împiedică proba.

Această metodă este precisă dar subiectivă.

Examenul cu sticlele striate Bagolini. Se bazează tot pe decelarea diplopiei. Se plasează în fața unui ochi o sticlă cu striuri oblice și în fața congenerului o sticlă cu striuri oblice dar perpendiculare pe cele de la primul ochi. Privind prin ele sursa luminoasă din centrul crucii Maddox, subiectul normal vede o cruce cu brațele oblice, care are în centru sursa luminoasă a crucii Maddox. În deviațiile cu corespondență retiniană normală se văd două surse luminoase, fiecare cu razele sale oblice. În strabismele cu corespondență retiniană anormală disarmonioasă cele două raze oblice sînt depărtate una de alta. În corespondența retiniană anormală armonioasă se vede o cruce cu brațe oblice, ca și în ortoforie și numai proba sub ecran le diferențiază.

Proba maculo-maculară Cüppers este singurul test aplicabil în ambliopiile cu fixație extrafoveală și care evidențiază

la fundul de ochi, punctul ce corespunde maculei ochiului director.

Tehnică: se examinează fundul de ochi la ochiul deviat cu visuscopul, în timp ce ochiul director fixează un punct oarecare la distanță. Se deplasează spotul, visuscopului pe fundul de ochi pînă ce subiectul ne spune că indicele din cîmpul aparatului se suprapune punctului de fixație de la distanță. Se găsește astfel punctul corespondent maculei ochiului director (fig. 184).

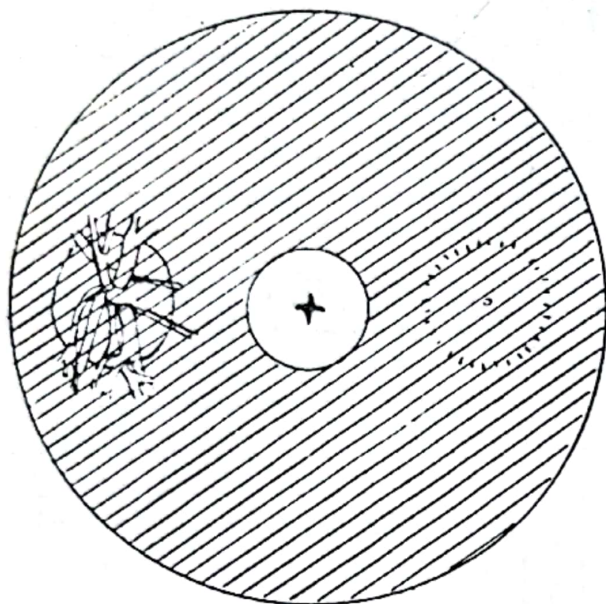


Fig. 184.
Proba maculo-maculară.

În corespondențele retiniene normale, indicele visuscopului se suprapune peste maculă; în timp ce în corespondențele retiniene anormale, visuscopul

marchează un punct undeva, extrafoveolar.

Metoda este ușor de aplicat dar nu are valoare în strabismele fără ambliopie și nu poate preciza dacă corespondența retiniană anormală este armonioasă sau disarmonioasă.

Cercetarea vederii binoculare. Se poate face la sinoptofor, cu mire speciale pentru cele 3 grade ale vederii binoculare sau cu aparate mai simple ca: diploscopul, stereoscopul sau aparatul cu 4 puncte al lui Worth.

Examenul cu diploscopul și stereoscopul permit aprecieri orientative asupra fuziunii și vederii stereoscopice.

Aparatul cu 4 puncte

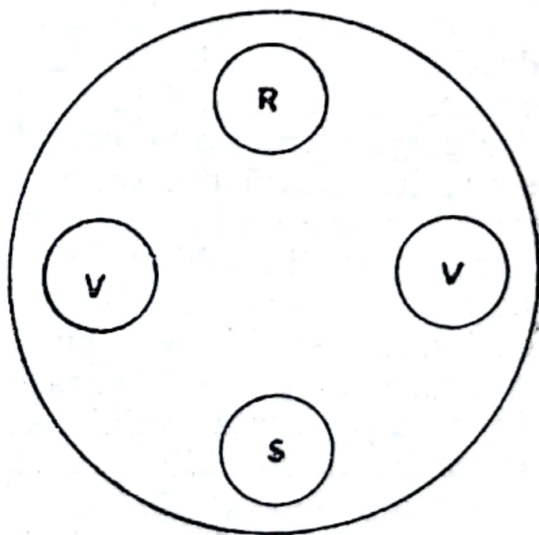


Fig. 185.
Aparatul cu 4 puncte Worth.

Worth (fig. 185) prezintă subiectului patru plaje luminoase dintre care două laterale verzi, una superioară roșie și una inferioară albă, care pot fi văzute ca atare, în cazul vederii binoculare sau în număr mai mare (5 în diplopie) sau în număr mai mic (2 sau 3 în neutralizarea unui ochi). Subiectul privește testul prin ochelari colorați (lentilă roșie la ochiul drept și verde la ochiul stâng) și dacă este normal OD vede 2 puncte roșii (superior și inferior) iar OS 3 puncte verzi (două laterale și unul inferior).

Răspunsurile patologice pot fi : două puncte roșii — ceea ce înseamnă că numai ochiul drept vede, iar ochiul stâng este neutralizat ; 3 puncte verzi — aceasta arătând că numai ochiul stâng vede și ochiul drept e neutralizat ; sau 5 puncte dintre care 3 verzi și două roșii care pot fi orientate diferit, cele roșii fiind la dreapta în diplopiile homonime sau la stînga în diplopiile încrucișate.

Deși ușor de executat, testul dă mulți factori de eroare în interpretare pentru că diplopia, evidențiată cu această metodă, poate fi datorită unei heteroforii sau unui strabism intermitent. Răspunsul subiectului, care vede 5 puncte, arată doar că el dispune de vedere binoculară.

Examenul la sinoptofor dă rezultate precise dar solicită colaborarea pacientului și necesită mult timp. Se folosesc mire speciale pentru vedere simultană, fuziune și vedere stereoscopică, plasate la distanța corespunzătoare unghiului obiectiv. Examenul se face cu și fără corecție optică și mărimea mirelor se alege în funcție de tipul de fixație, de prezența neutralizării și de tipul corespondenței retiniene. Răspunsurile diferă după cum este vorba de un strabism divergent sau convergent.

În totalitate examenul unui strabism este laborios și de lungă durată, concluziile nu pot fi obținute într-o singură ședință și de aceea se recomandă un prim examen orientativ și apoi atropinizare cu reexaminare completă după câteva zile.

Examenul vederii binoculare în lumina polarizată

Studiul vederii binoculare poate fi realizat și în spațiul liber cu ajutorul sticlelor striate Bagolini, haploscopului de fază și stereoproietorului în lumină polarizată. Față de metodele

clasice, aceste procedee, din ce în ce mai răspândite în ultimii ani, prezintă o serie de avantaje și anume :

- permit să se recunoască participarea fiecărui ochi la vederea binoculară dar realizează o disociație cât mai mică ;
- solicită fuziunea prin teste care au puncte comune pentru ambii ochi ;
- plasează subiectul în condițiile vieții obișnuite, fără aparate interpusse.

Stereoproiectorul în lumină polarizată, prin varietatea de teste utilizate, permite studiul celor trei grade ale vederii binoculare ca și studiul acuității vizuale în vederea binoculară.

Modelele de stereoproiectoare sînt foarte variate, cel cunoscut la noi este stereoproiectorul Zeiss.

Aparatul utilizează proprietățile polarizării luminii : un test luminat printr-o lumină polarizată într-o anumită direcție poate fi văzut printr-un filtru polarizat paralel cu această direcție și nu este văzut prin filtre polarizate perpendicular. Deci partea din test ce trebuie văzută numai de ochiul drept este polarizată în același sens cu ochelarul plasat pe ochiul drept. Prin aceasta se obține disocierea imaginilor celor doi ochi.

Stereoproiectorul Zeiss dispune de cinci teste polaroide (fig. 186) :

— testul 1, de vedere simultană, este un cerc împărțit printr-o linie verticală în două jumătăți : jumătatea dreaptă luminată este văzută numai de ochiul drept, iar jumătatea stîngă luminată este văzută numai de ochiul stîng. Un subiect cu vedere simultană vede ambele jumătăți luminate ;

— testul 2, Worth, este un test de fuziune. Este alcătuit din patru puncte luminoase dispuse în cruce. Ochiul

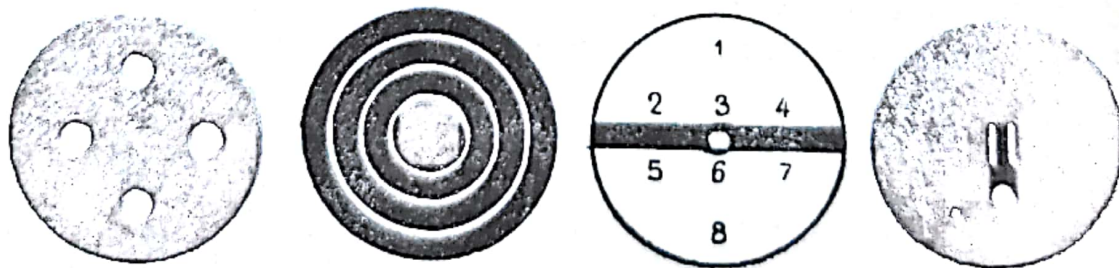


Fig. 186.

Testele polaroide 2-5 ale stereoproiectorului Zeiss.

drept vede trei puncte luminoase : două orizontale și unul inferior, iar ochiul stîng vede cele două puncte verticale. Un subiect normal vede cele patru puncte egal luminate. În absența fuziunii, subiectul vede doar imaginea ochiului care fixează ;

— testul 3, Schober, este format din trei cercuri concentrice care centrează un punct luminos. Ochiul drept vede cercurile concentrice iar ochiul stîng punctul luminos central. În cazul fuziunii normale testul este văzut în totalitate, în absența fuziunii, subiectul vede doar imaginea ochiului fixator ;

— testul 4, Phorie-test, este format din două semilune luminoase, separate printr-o dungă neagră orizontală, care prezintă în mijloc, între cifrele 3 și 6, un punct luminos. Ochiul drept vede toate elementele testului mai puțin punctul luminos central, ochiul stîng vede doar punctul luminos. În heteroforii, punctul luminos central este deplasat după tipul deviației latente. Măsurînd în centimetri poziția punctului central și cunoscînd mărimea testului și distanța de examinare, se poate deduce mărimea deviației ;

— testul 5, stereotest, prezintă un punct luminos cu două linii verticale paralele. Punctul luminos este văzut de ambii ochi, în timp ce fiecare ochi vede doar linia verticală de partea lui.

Metodă. Testele sînt proiectate pe un ecran metalizat. Subiectul poate fi plasat la o distanță variabilă de ecran între 2,5—10 m. Examenul se poate face în cameră obscură sau iluminată artificial. Subiectul privește testul cu ambii ochi deschiși prin ochelarii polarizi.

Rezultate. Testele permit de a aprecia :

- dacă subiectul are vedere binoculară în spațiul liber ;
- gradul vederii binoculare ;
- ochiul fixator, în absența vederii binoculare ;
- prezența heteroforiilor.

EXAMENUL PARALIZIILOR OCULARE

Cuprinde, în afară de anamneză și examenul general ocular, cercetarea poziției capului, studiul mișcărilor oculare și examenul sub ecran, cercetarea ochiului director după tehnicile descrise în capitolele precedente. Examenul cel mai important

rămîne însă studiul diplopiei, pentru care există un număr foarte mare de metode. Toate se rezumă însă la două principii și anume :

— se prezintă un singur obiect ambilor ochi. Acesta este văzut dublu, fiecare ochi văzînd o imagine diferită a obiectului. Prin diverse metode se diferențiază imaginea văzută de ochiul drept, de cea văzută de ochiul stîng și se deduce paralizia după poziția celor două imagini ;

— fiecare ochi fixează un obiect diferit și numai pe acela prezentat lui, nu și pe cel prezentat ochiului congener. Se cere subiectului să suprapună cele două obiecte. Poziția reală a obiectelor, în momentul în care subiectul declară că sînt suprapuse, indică tipul paraliziei.

Testul Hess-Lancaster are la bază cel de al doilea principiu, prezentat mai sus. Descrierea aparatului și modul de lucru au fost arătate la strabism. În fig. 187 se vede partea centrală

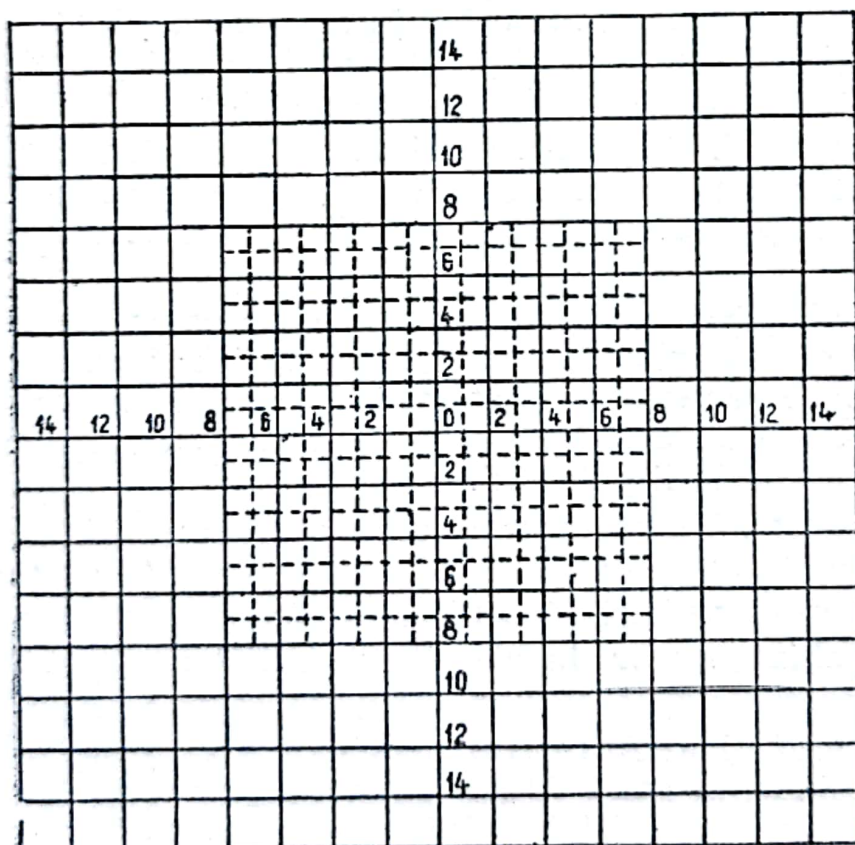


Fig. 187.
Ecranul testului Hess-Lancaster.

a ecranului Hess-Lancaster și în fig. 188 poziția subiectului și examinătorului în timpul testării.

Pentru decelarea paraliziei musculare se face examenul în cele 9 direcții ale privirii, examinătorul avînd proiectorul cu lumina roșie și subiectul pe cel cu lumina verde, pentru studiul ochiului stîng și invers pentru ochiul drept.

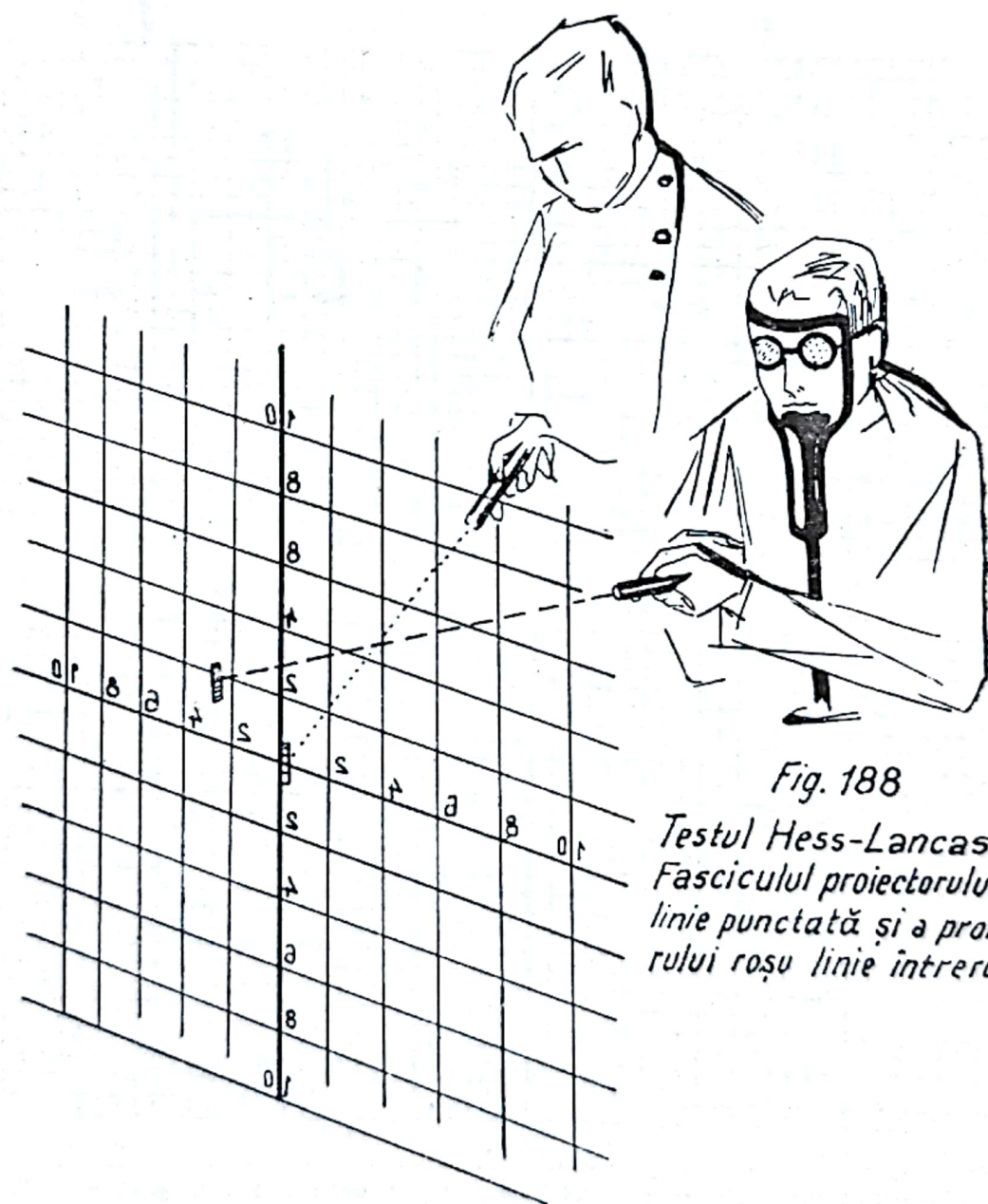


Fig. 188

*Testul Hess-Lancaster.
Fasciculul proiectorului verde
linie punctată și a proiecto-
rului roșu linie întreruptă.*

Poziția indicată de subiect, prin spotul său luminos, este notată pe schemă ca în fig. 189, pe care sînt indicate teritoriile de acțiune ale fiecărui mușchi, la fiecare ochi în parte.

Interpretarea rezultatelor ține seama de următoarele: ochiul atins este acela al cărui cadru de deviație este cel mai mic, pentru că în paralizile oculare deviația primară este mai mică decît deviația secundară. În fig. 189, partea de sus, se vede că deviația primară este în dreptul mușchiului drept

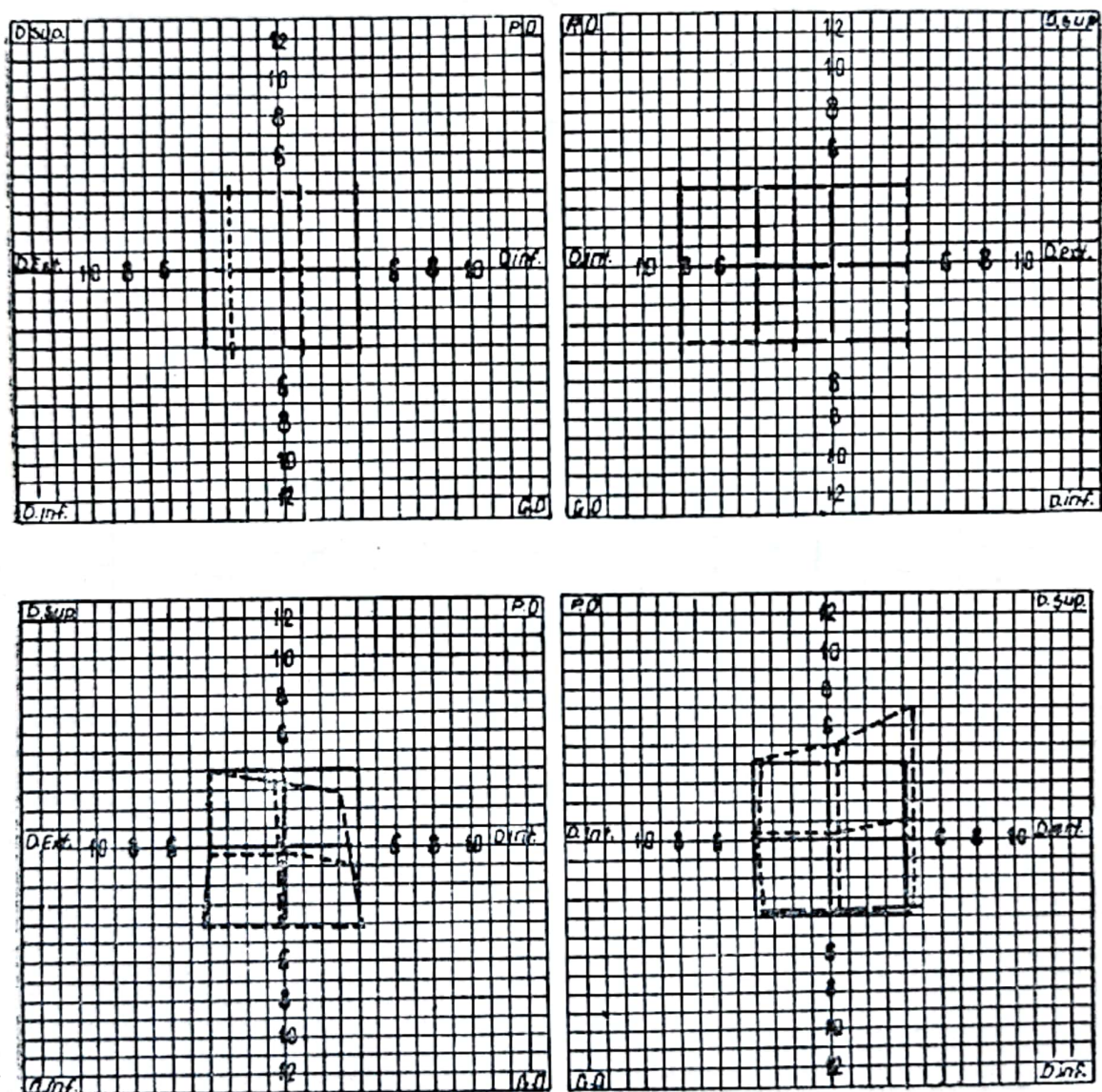


Fig. 189.

Notarea rezultatelor. Sus — paralizie de drept extern stîng, jos — paralizie de mic oblic stîng.

extern stîng iar cea secundară corespunde mușchiului drept intern drept. În partea de jos a figurii se vede că ochiul stîng rămîne în urmă în teritoriul micului oblic stîng și deviația

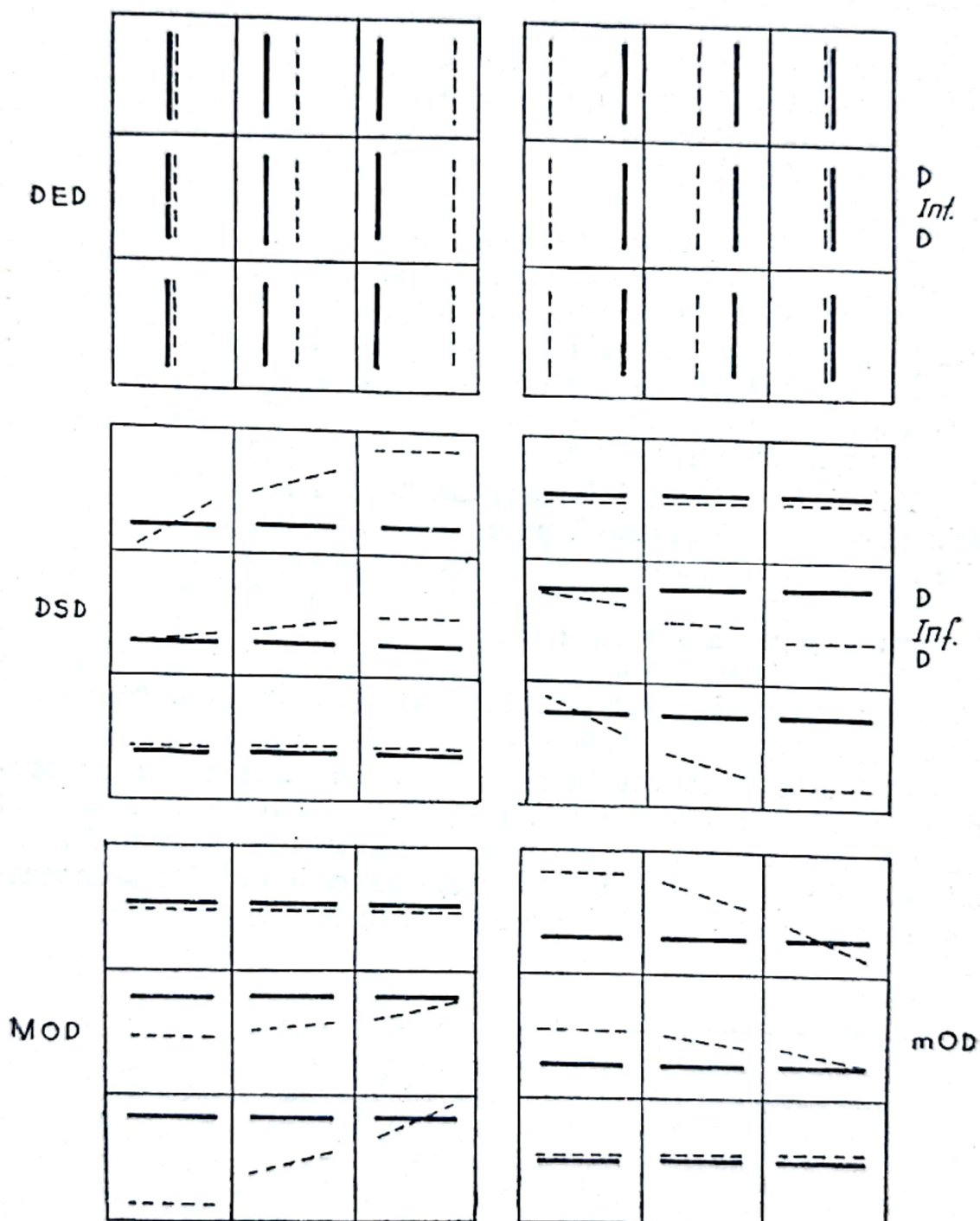


Fig. 190.

Examenul cu sticla roșie. Paraliziile mușchilor ochiului drept.

secundară este în teritoriul mușchiului drept superior drept, mușchiul sinergic opus al micului oblic stâng.

Metoda este simplă și ușor de executat și folosind proiectoare cu fantă luminoasă în locul spotului circular, se pot decela și cicloforiile. Este un test obiectiv și de aceea este util și în examenul simulărilor și disimulărilor. Testul nu poate fi însă folosit la discromatii cu dicromazie.

Examenul diplopiei cu sticla roșie, procedeul clasic, se bazează pe primul principiu expus la începutul capitoului (fig. 190).

Nu insistăm asupra tehnicii, fiind foarte bine cunoscută, subliniem doar că are dezavantajul că este un test subiectiv. În fig. 190 sînt prezentate, sub formă de schemă, răspunsurile în paralizările fiecăruia din cei 6 mușchi ai ochiului drept.

În fig. 191 este prezentat un test special, *testul Helmholtz*, pentru decelarea paralizilor de mare oblic (în cazul nostru de mare oblic stâng).

Tehnica: subiectul fixează un test, format dintr-o linie orizontală neagră desenată pe un ecran, plasat la capătul unei tije metalice. Celălalt capăt al tijeii îl ține subiectul între dinți. Când capul pacientului este drept, linia neagră apare dublă (partea dreaptă a figurii): când capul se înclină spre stînga, se mărește distanța dintre cele două linii (partea din mijloc a figurii); iar când capul este înclinat spre dreapta, cele două linii se apropie mult (partea stîngă a figurii).

Mai sînt citate în literatură și alte metode pentru studiul paralizilor oculare ca: examenul cu bagheta Maddox; metoda Franceschetti, care este o variantă a examenului cu sticla roșie și diverse variante ale procedeului Hess-Lancaster, în care sînt modificate ecranul sau testele colorate.

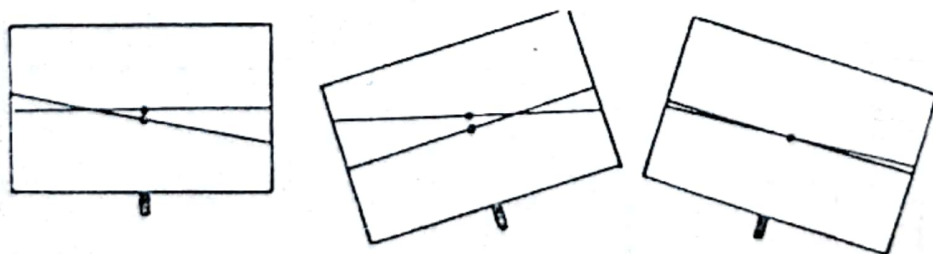


Fig. 191.
Testul Helmholtz

EXAMENUL HETEROFORIILOR ȘI INSUFICIENȚEI DE CONVERGENȚĂ

Heteroforia este o tendință la deviație care nu se manifestă, fiind menținută latentă prin efort de fuziune. Examenul ei urmărește : evidențierea dezechilibrului oculo-motor latent și cercetarea puterii de fuziune.

La examenul acuității vizuale un semn important îl furnizează acuitatea vizuală binoculară, care la normali este cel puțin egală cu acuitatea vizuală a fiecărui ochi în parte, sau puțin superioară ; în timp ce în heteroforii ea este inferioară acuității vizuale a ochiului cel mai slab, din cauza reflexului de acomodatie-convergență pus în joc ca mecanism compensator al deviației.

Pentru ca aprecierea dezechilibrului oculo-motor să fie cât mai aproape de realitate, Hugonnier recomandă ca examenul să nu se facă sub cicloplegice, ci cu corecția optică purtată pînă atunci, chiar dacă este necorespunzătoare și examenul trebuie început cu testele care cer efortul cel mai mic, în particular cu aprecierea dezechilibrului oculo-motor, disociind cei doi ochi și abia după aceea se practică măsurarea convergenței și se apreciază puterea de fuziune. Starea psihică și oboseala pacientului influențează defavorabil rezultatele examenului.

Pentru aprecierea deviației latente se folosesc : examenul sub ecran, examenul cu bagheta Maddox sau cu aripa Maddox și testul Lancaster.

Examenul sub ecran cu ocluzie unilaterală intermitentă : la ridicarea ecranului ochiul reia fixația printr-o mișcare de revenire, al cărei sens indică tipul heteroforiei. Cînd fuziunea este foarte puternică disocierea ochilor nu se obține decît imprimînd obiectului fixat cîteva mișcări.

Examenul cu bagheta Maddox se bazează pe principiul diplopiei. Bagheta este alcătuită dintr-o sticlă roșie, formată dintr-o multitudine de cilindri convergenți, care transformă un punct luminos într-o imagine de rază. Sensul razei este perpendicular pe sticla cilindrică (rază verticală pentru cilindri orizontali). Examenul se face în camera obscură și se pune bagheta orizontal în fața ochiului drept al subiectului, care este plasat la 5 m de o cruce Maddox, al cărui centru luminos îl fixează cu ochiul stîng. Subiectul citește cifra de pe

crucea Maddox în dreptul căreia se plasează raza verticală a baghetei. În esoforii, raza este în dreapta (diplopie homonimă) iar în exoforii, raza este în stînga (diplopie încrucișată), în timp ce în ortoforie raza trece prin punctul luminos al crucii (fig. 192). Cifra de pe cruce indică unghiul de deviație în dioptrii, știind că 5 cm deplasare față de 0 corespund la o dioptrie. Plasînd prisme în fața ochiului liber, cu vîrfurile în partea unde este raza roșie, pînă ce aceasta revine la punctul 0, se poate măsura deviația în dioptrii prismatice.

Pentru dezechilibrele verticale, bagheta este plasată vertical în fața ochiului drept. Poziția razei este orizontală și raportul ei cu punctul de fixație variază, așa cum se vede în fig. 193, în orto, hiper și hipoforie.

În cazul heteroforiilor combinate, orizontale și verticale, se corectează întîi deviația orizontală și se examinează apoi deviația verticală.

Atunci cînd există neutralizare, ea poate fi învinsă plasînd un ecran în fața ochiului fixator și în acest moment devine evidentă raza roșie, pentru a dispărea din nou la îndepărtarea ecranului.

Examenul poate fi practicat și pentru vederea de aproape, pacientul fixînd un punct luminos la 30 cm sau folosind aripa Maddox.

Aripa Maddox (fig. 194) este alcătuită dintr-un ecran negru, pe care este desenată o cruce ale cărei brațe orizontale

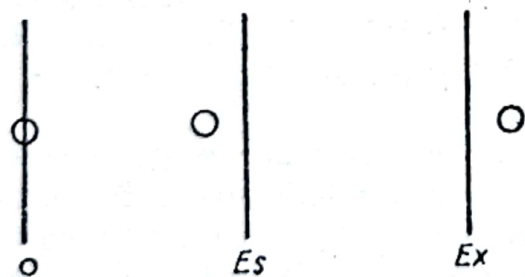


Fig. 192.
Examenul unei heteroforii cu bagheta Maddox.
O - ortoforie
Es - esoforie
Ex - exoforie

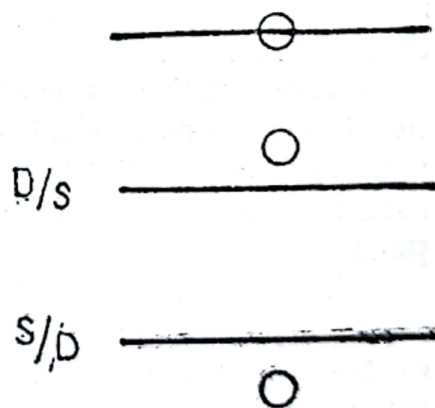


Fig. 193.
Examenul unei hiperforii cu bagheta Maddox.
Sus - ortoforie
Mijloc - hiperforie dreaptă
Jos - hiperforie stîngă.

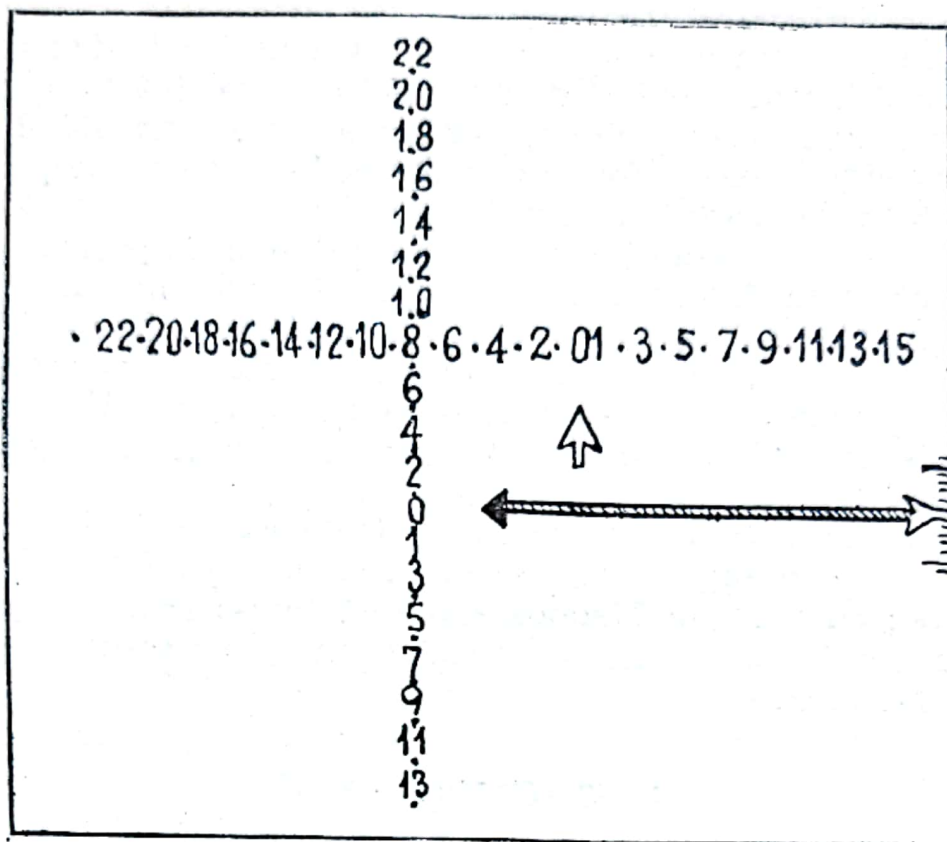


Fig. 194.
Ecranul aripei Moddow.

sînt albe cu cifre albe iar cele verticale roșii cu cifre roșii. În partea dreaptă inferioară sînt două săgeți, una verticală albă și una orizontală roșie, fiecare indicînd punctul 0 de aceeași culoare. Extremitatea externă a săgeții orizontale este mobilă, pentru examenul cicloforiilor. Datorită a două ecrane negre, unul sagital și unul oblic, ochiul drept nu vede decît cadranul inferior drept și săgețile iar ochiul stîng restul cu crucea și cifrele.

Subiectul privește cu ambii ochi deschiși prin vizor și trebuie să aducă săgețile la 0. Săgeata albă depărtată la dreapta arată o esoforie, depărtată la stînga arată o exoforie; cea roșie, văzută mai sus de 0, indică o hiperforie stîngă și mai jos de 0 o hiperforie dreaptă. Se pot interpune prisme pînă ce se readuc săgețile la 0, măsurînd deviația în dioptrii prismatice.

Examenul puterii de fuziune se poate face la sinoptofor, cu ajutorul prismelor și prin cercetarea punctului proxim de convergență, după metodele expuse la examenul obiectiv.

Examenul vederii binoculare la sinoptofor în heteroforii, determină unghiul obiectiv și subiectiv, care sînt întotdeauna egale deoarece corespondența retiniană este normală. Pentru vederea simultană se folosesc mire medii și se poate pune în evidență un scotom de neutralizare.

Examenul fuziunii este timpul cel mai important și se poate constata frecvent un unghi de fuziune mai mic decît unghiul obiectiv. Se apreciază amplitudinea de fuziune și se evidențiază cu teste mici foveolare, un scotom de neutralizare, neevidențiat de testele simultane mai mari. Absența vederii stereoscopice este dovada unei tulburări mai grave și mai vechi.

Cicloforiile se pot pune în evidență cu testul Hess-Lancaster, folosind fante luminoase; la sinoptofor, folosind mire alungite; cu bagheta Maddox montată într-o ramă de probă, pentru a citi înclinația la care cicloforia a fost corectată și cu aripa Maddox.

NISTAGMOGRAFIA

Nistagmografia constă în a reproduce pe un grafic constantele cantitative și calitative ale nistagmusului. Metoda se bazează pe înregistrarea potențialului corneo-retinian de repaus. Potențialele culese sînt însă de mică intensitate și trebuie amplificate înainte de a fi redată pe hîrtie sau osciloscop. Electro-nistagmografia ideală realizează printr-o manipulare simplă, captarea potențialului corneo-retinian. Amplificarea se face fără modificări sau supraîncărcări de paraziți electrici sau electronici, semnalul amplificat fiind notat cît mai fidel.

DATE ANATOMO-FIZIOLOGICE

Nistagmusul constă din oscilații ritmice involuntare ale ochilor, care survin independent de mișcările normale. Nistagmusul este rezultatul unei serii de secuse. Fiecare secusă cuprinde două faze: una de dus, alta de întors. Dacă cele două faze au aceeași viteză, nistagmusul este pendular. Dacă o secusă este mai rapidă iar una este mai lentă nistagmusul este în resort. Fiziologic secusa lentă este cea mai importantă, dar secusa rapidă este mai ușor de recunoscut și este

utilizată pentru a fixa sensurile nistagmusului. Vom denumi astfel după sensul secusei: nistagmus orizontal $\leftrightarrow$; nistagmus vertical $\updownarrow$; nistagmus rotator orar $\curvearrowright$ sau anti-orar $\curvearrowleft$. Se întâlnesc și forme combinate ca nistagmus orizontal rotator $\rightarrow\downarrow$. Nistagmusul de circumducție se caracterizează prin deplasări ritmice ale ochiului, care descriu la nivelul orbitei arcuri de cerc mai mult sau mai puțin întinse.

După intensitatea nistagmusului distingem:

- nistagmus de gradul I, care nu se manifestă decât atunci când ochiul privește în direcția secusei rapide;
- nistagmus de gradul II care există și la fixarea în față;
- nistagmus de gradul III care există în direcția fazei lente.

În funcție de amplitudine, valoarea nistagmusului poate fi:

- ușoară, până la $5^\circ \rightarrow$;
- medie, între 5° și $15^\circ \Rightarrow$;
- mare, deasupra lui $15^\circ \Rightarrow$.

În funcție de rapiditate nistagmusul poate fi:

- lent $\rightarrow$;
- mediu $\Rightarrow$;
- rapid $\Rightarrow\Rightarrow$.

Schema lui Frenzel poate reprezenta nistagmusul (fig. 195).

Nistagmusul există și în stare fiziologică. Este micronistagmusul de fixație (pag. 9). Nistagmusul poate fi provocat fie prin incitații plecate de la aparatul vizual (nistagmusul

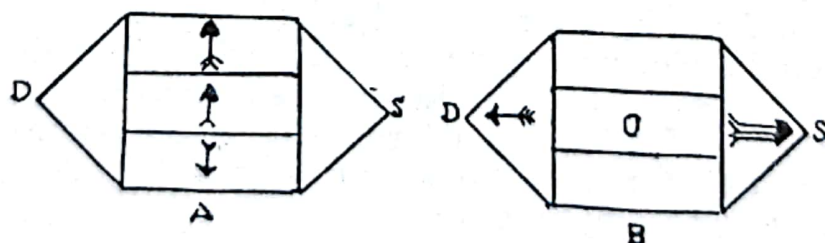


Fig. 195.

Reprezentarea schematică a nistagmusului. A — vertical superior în poziție primară, accelerat la privirea în sus; B — absența nistagmusului în privirea primară. Nistagmus rapid la dreapta, amplu și rapid la stânga.

optocinetic), fie prin incitații de la aparatul labirintic (nistagmusul vestibular). Acesta este nistagmusul provocat fiziologic.

În stare patologică nistagmusul poate fi vizibil (nistagmus spontan), sau invizibil (nistagmus latent).

În acest caz răspunsurile furnizate prin cercetarea nistagmusului fiziologic sînt asupra sediului și uneori asupra naturii acestui nistagmus provocat.

Metode de înregistrare. Există mai multe metode din care unele nu reprezintă decît o importanță istorică.

— Procedee de observare directă prin mărirea imaginii și suprimarea fixației. Este procedeul cu lentile mari de +20 D (Bartels, Frenzel). Este o metodă subiectivă și nimic nu poate obiectiviza rezultatele.

— Înregistrări mecanice. Se bazează pe transmiterea directă a mișcărilor oculare printr-un levier în contact cu ochiul (Ahrens, 1891).

— Transmiterea pneumatică constă în variația presiunii într-un tambur așezat pe ochi sau pe pleoape, care transmite mișcările oculare (Lamaze, 1892). Precizia înregistrărilor este slabă, se poate leza corneea.

— Reflexia unui fascicol de lumină pe ochi. Raza de lumină reflectată de ochi este culeasă pe un tambur înscrisor prevăzut cu hîrtie sensibilă și închis într-o cutie cu o fantă orizontală pentru nistagmusul orizontal care se rotează apoi pentru nistagmusul vertical (Javal, 1878, Vojatschek, 1951).

— Metoda fotoelectrică constă în a înregistra prin celulă fotoelectrică razele luminoase reflectate de corneea (Dohlman, 1935). Utilizarea luminii infraroșii pune ochiul în condiții cît mai fiziologice. Capul trebuie să fie imobil iar înregistrarea nu se poate face decît cu ochii deschiși.

— Metoda electrică prin electro-oculo-miografie presupune implantarea acului în mușchii extrinseci ai ochiului. Este o tehnică dificilă și nu dă rezultate decît asupra componentelor excitației musculare și nu asupra întinderii mișcărilor, adică asupra amplitudinii.

— Înregistrarea directă a mișcărilor oculare printr-un aparat fotografic sau cinematografic (Aschan, 1957). O sursă de lumină infraroșie, care elimină orice fenomen de ebluisare din partea subiectului, este îndreptată pe ochiul examinat. Imaginea este primită de un tub convertizor de imagini. Catodul acestui tub sensibil la radiații infraroșii emite electroni

care sînt canalizați, accelerați și focalizați și vin de impresionează un ecran fluorescent. Imaginea este reluată prin sisteme optice, mărită și filmată.

— Înregistrări electrobiologice se fac începînd din 1938. Dezvoltarea lămpii triode, apariția semiconductorilor și tranzistorilor pun la punct circuite integrate și reușesc să perfecționeze aceste înregistrări.

Principiu. Electronistagmografia se bazează pe diferența de potențial între corneea și retină. Aceste variații de potențial reflectă fidel deplasările ochiului fără ca activitatea musculaturii oculare să fie în cauză. Captate în sens orizontal și vertical cele două variații de potențial înregistrate reflectă cele două componente ale nistagmusului. Este posibil de a descompune exact aceste variații de potențial în două părți înscrise pe două trasee prin două penițe înscritoare: una reprezintă componenta verticală, cealaltă componenta orizontală. O deplasare orizontală pentru ochi, se traduce astfel printr-o deplasare a peniței înscritoare orizontală, pozitivă sau negativă (fig. 196-A). Pe axul orizontal o mișcare spre dreapta se traduce printr-o deflexiune în sus și o mișcare spre stînga, printr-o deflexiune în jos. Penița verticală rămîne imobilă. Pentru o deplasare verticală apare o deflexiune în jos cînd ochiul privește în jos și o deflexiune în sus cînd ochiul privește în sus, în timp ce penița orizontală rămîne imobilă (fig. 196-B). Deplasările oblice ale ochiului determină o deflexiune a ambelor penițe (fig. 196-C).

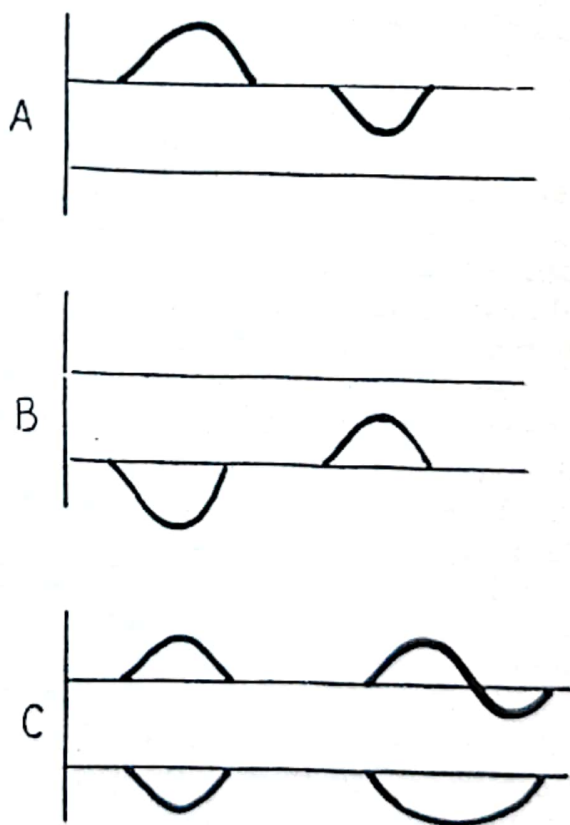


Fig. 196.
Schema deplasării peniței înscritoare
în funcție de mișcările ochiului
(Aubry).

Tehnica de înregistrare, diferă după aparat. Aplicarea electrozilor se face ca și la electrooculografie, pe linii izoelectrice în puncte diametral opuse. Astfel, mișcările efectuate se manifestă cu o amplitudine maximă în planul respectiv fără a difuza pe electrodul dispus în celălalt plan. Dispoziția electrozilor poate fi mono sau binoculară. Examinarea se face în lumină mezopică sau scotopică, cu pleoapele deschise sau închise. Etalonarea aparatului este indispensabilă pentru a putea compara două examene succesive, deplasarea ochiului trebuind să fie proporțională cu deplasarea peniței.

Subiectul este pus să fixeze indicatori luminoși plasați vertical și orizontal, ce pot fi iluminați succesiv din 10° în 10° (Portmann), sau din 5° în 5° (Monnier). Dificultățile de calibrare vin din faptul că nu sînt omogene cîmpurile izoelectrice. Deplasarea spre cîmpul temporal dă o deplasare cu 8% mai mare decît în cîmpul nazal și de aici necesitatea utilizării unor tabele corectoare. Dispoziția poate fi monoculară sau binoculară, cînd se obține un cumul al variațiilor de potențial la cei doi ochi.

Cercetarea nistagmusului spontan este un timp inițial necesar. Se efectuează în poziție normală a capului, în diferite direcții ale privirii. Este considerat ca nistagmus spontan, secusele care fac cu axul normal un unghi inferior de 30° . Nu sînt luate în considerare secusele fiziologice care apar în poziție extremă a ochilor.

Proba calorică este cea mai curent utilizată. Ea impune o tehnică riguroasă. Proba la rece este efectuată cu 20 cm^3 apă la temperatura de 24° , injectat timp de 10 secunde. Proba caldă se face cu 20 cm^3 la 44° timp de 10 secunde. Înainte de a asigura simetria celor două probe este necesar de a se înscrie pe curbă durata fiecărei injectii. Un timp de latență de 10 minute este necesar între fiecare probă. În general este o probă mai lungă ce necesită aproximativ 40 minute.

Proba giratorie este complexă. Se efectuează în obscuritate într-o cabină perfect închisă. Proba clasică comportă 10 ture în 20 secunde cu oprire bruscă. Dar fiindcă este prea brutală se utilizează de obicei accelerări și decelerări progresive. Testul de accelerare și decelerare progresivă cuprinde după o accelerare uniformă o rotație cu viteză constantă urmată de o încetinire exact simetrică accelerării inițiale. Această

accelerare și încetinire poate fi de formă variabilă, fie progresivă, fie foarte rapidă. În tot timpul probei sînt notate rezultatele (fig. 197).

Alte probe vestibulare pot fi efectuate. Astfel, de menționat proba galvanică, care rămîne totuși în practică dificil de efectuat.

Avantajele electronistagmografiei sînt considerabile. Ea dă un test obiectiv asupra unor semne spontane cărora le putem determina valoarea. Dar electronistagmografia rămîne totuși un examen complementar, deoarece nu se poate afirma prin o înregistrare nistagmografică diagnosticul etiologic și topografic al unei afecțiuni oto-neurologice.

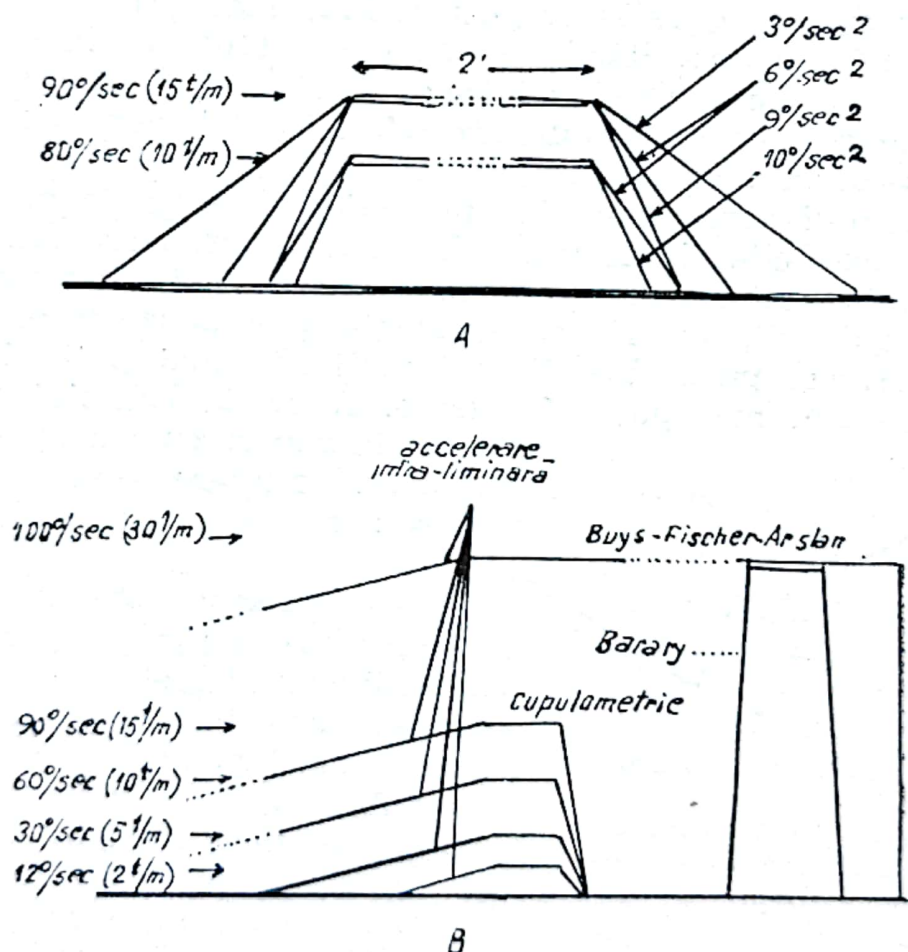


Fig. 197.

Proba giratorie : A — accelerare și încetinire progresivă ;
B — testele opririi bruște (după Aubry).

Interesul clinic al electronistagmografiei. Rezultatele obținute din interpretarea unei curbe electronistagmografice trebuie analizate și prin răspunsurile la diverse probe.

— Elementele cantitative se referă la pragul, latența, durată, amplitudinea și viteza angulară a fazei lente a nistagmusului. Aceste variații sînt apreciate în mod diferit, dar în practică trebuie să se țină seama de toate aceste elemente. Amplitudinea cea mai mare apare la a 25-a — 30-a secundă de la apariția reacției nistagmice și arată capacitatea reflexă a elementelor senzoriale periferice. Viteza angulară a fazei lente prezintă o mare importanță atunci cînd determinările sînt efectuate exact. Frecvența secuselor poate fi variabilă de la 200 oscilații/minut la simple mișcări de dute-vino.

— Elementele calitative au reținut mai puțin atenția. Dar pe măsura dezvoltării tehnicii ele sînt din ce în ce mai mult confruntate cu datele clinice :

— sensul nistagmusului poate fi orizontal, vertical, rotator, în general ușor de interpretat ;

— ritmul apare mai bine în evidență pe grafic decît în determinarea clinică. El poate fi regulat sau neregulat. Neregularitățile se pot manifesta prin elemente de mărime sau de aspect diferit, uneori prin existența u-or pauze între două secuse. Aceste pauze pot fi mai mult sau mai puțin lungi, mai mult sau mai puțin frecvente. Alterația ritmului poate fi în raport cu variațiile vitezei angulară a fazei lente sau cu aceea a amplitudinii.

— forma este bine descrisă prin înregistrare.

Putem deosebi astfel nistagmusul în resort de nistagmusul pendular sau pendulo-resort.

Nistagmusul în resort se caracterizează printr-o fază lentă sub forma unui segment de dreaptă mai lungă și mai oblică, urmată imediat de o fază rapidă mai scurtă și care revine

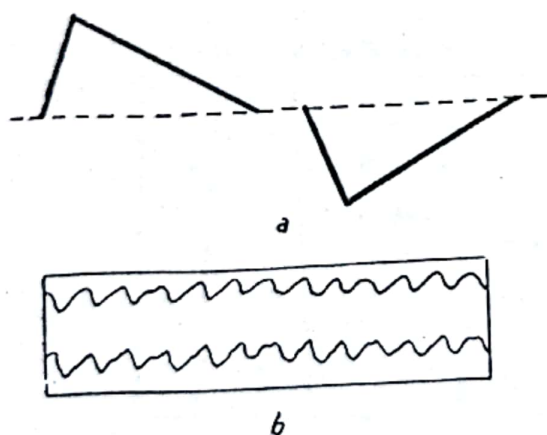


Fig. 198.

Nistagmus în resort : a — secusa nistagmică spre dreapta, apoi spre stînga ; b — nistagmus în resort stîng.

la linia de bază după o pantă mai rapidă (fig. 198).

Nistagmus pendular. Traseul pendular se identifică cu o sinusoidă (fig. 199). Fiecare semiperioadă este constituită din două segmente, ascendentă și de descendență, egală și cu aceeași oblicitate în raport cu bisectoarea unghiului pe care-l formează. Acest unghi este mai mult sau mai puțin rotund, mai mult sau mai puțin larg. Aceste condiții depind de modificarea raportului existent între amplitudinea și frecvența nistagmusului.

Nistagmus pendulo-resort. Toate stările intermediare sînt posibile între cele două forme. Unele forme sînt greu de individualizat deoarece inegalitatea dintre cele două segmente ce compun secusele este minimă.

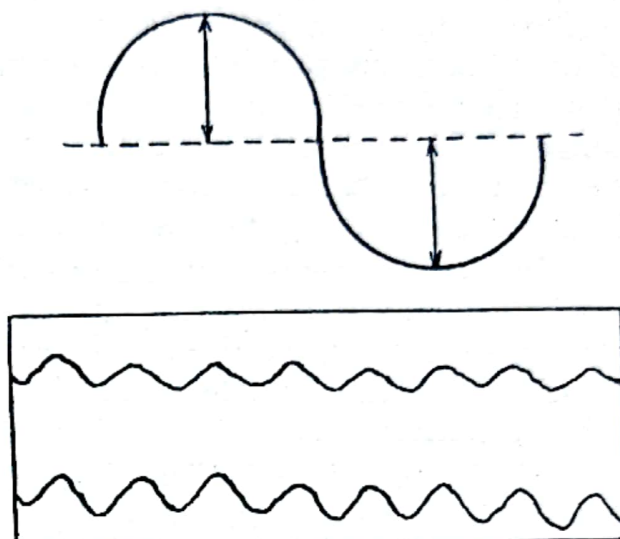


Fig. 199.
Nistagmus pendular.

ELECTRONISTAGMOGRAFIA ÎN PATOLOGIE

Nistagmusul spontan. Elementele cele mai mult apreciate pentru a măsura nistagmusul spontan sînt amplitudinea și frecvența. Trebuie reținută și viteza angulară a fazei lente. Aprecierea cantitativă a nistagmusului spontan este importantă de cunoscut și ea se face după înregistrări de 10—15 minute.

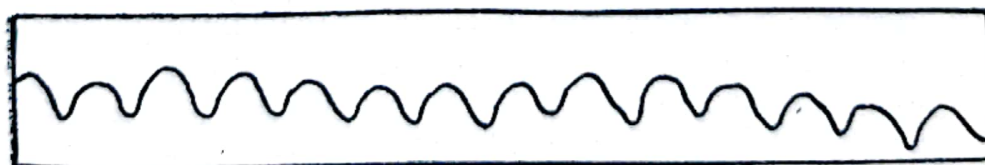


Fig. 200.
Nistagmus pendulo-resort.

Nistagmusul provocat. Proba termică se traduce printr-o diminuare a amplitudinii totale, a intensității și duratei. În compararea făcută între cei doi vestibuli, amplitudinea pare a fi cel mai bun element de apreciere. În sindroamele periferice, numărul total de secuse, amplitudinea totală și intensitatea maximă par a evolua paralel. Hiperexcitabilitatea vestibulară se manifestă în sindroamele periferice printr-o creștere a tuturor datelor cantitative ale nistagmusului, în timp ce în sindroamele centrale hiperreflectivitatea se referă la frecvență, durată și viteza secusei lente.

Proba giratorie nu dă rezultate exacte în aprecierea unei hipoexcitabilități unilaterale în afară de cazurile cu atingere recentă, când ea se traduce printr-o preponderență direcțională. În formele vechi fenomenul de compensare maschează elementele.

Sindroame labirintice. Este dificil în stadiul actual al cunoștințelor, de a fixa o schemă electronistagmografică proprie fiecărui sindrom. Forma generală a nistagmografei de origine centrală nu apare alterată în atingeri periferice.

În atingeri periferice apar modificări de ritm și de amplitudine a secuselor, elemente cantitative cifrabile ce pot fi comparate de o parte și de alta, de la un examen la altul.

În atingerile centrale, receptorii periferici sînt în general indemni și perturbările se manifestă nu asupra intensității stimulilor veniți de la centrul bulbo-protuberanțial, ci asupra elaborării însăși a manifestării nistagmice. Este deci normal ca afecțiunile centrale să se însoțească mai mult de modificări de formă generală decît de variații cantitative. Aceste elemente apar dificil de pus în evidență în practică căci cel mai adesea este un mecanism mixt vestibular și central.

Atunci cînd prin înregistrări se pun în evidență modificări anarhice ale curbei nistagmice și în special o disritmie, o diminuare a amplitudinii globale cu prezența de curbe plate, o creștere pasageră sau globală a frecvenței, o creștere a pragurilor sau un aspect neregulat al ansamblului răspunsurilor, este rar să poată fi atribuite unei leziuni periferice.

În concluzie se poate spune că nistagmografia este un examen încă la început, iar tehnicile efectuate nu au epuizat toate datele ce se pot obține.

ELECTROMIOGRAFIA

Electromiografia este înregistrarea potențialului de acțiune muscular prin electrozi plasați intramuscular. Bjork și Kugelberg (1953) au arătat prima dată că este posibil de a aplica la om tehnica electromiografiei elementare în studiul activității electrice a mușchilor extrinseci ai ochiului. Brein (1962), Isch (1963), Vincent și Vallat (1970) determină valoarea electromiografică a diferiților mușchi oculari.

Principiu. Atunci când o fibră musculară se contractă se naște o diferență de potențial între zona de repaus și zona în activitate. Această diferență de potențial se poate culege cu electrozi, amplificată și proiectată sub forma unui traseu pe un oscilograf catodic. Traseul observat constituie electromiograma. În mușchi, fibrele sînt grupate funcțional în unități motorii. Fibrele unei unități motorii sînt inervate de același neuron. Mușchii oculari sînt constituiți dintr-un număr mic de 5—10 unități motorii. Fibrele unei unități motorii se contractă simultan dînd un răspuns electric sincron atunci cînd ajunge un influx nervos.

În timpul contracției unui mușchi, unitatea motorie reacționează după legea „totul sau nimic” adică la o excitație a unui neuron, răspunsul unității motorii este maxim de la început sau nul. O excitație ceva mai puternică crește frecvența impulsurilor printr-un proces de sumare temporală. Creșterea excitației antrenează o contracție a mușchiului în ansamblu sau printr-un mecanism de sumare spațială, adică prin recrutarea unor noi unități motorii.

În analiza traseelor au o importanță deosebită durata, amplitudinea, ritmul potențialelor unităților motorii. În mușchiul normal sau în atrofiile miogene este greu de obținut prin contracție musculară voluntară un traseu constituit numai din succesiunea potențialului unei singure unități motorii complet izolate de potențialele unităților vecine.

Aparatura este aceeași ca pentru mușchii scheletici dar tehnica este specială pentru mușchii oculari. Electromiograful este constituit dintr-un amplificator biologic, două sau mai multe oscilografe catodice, un amplificator de joase frecvențe cu difuzor pentru a reda sonor informații asupra biopotențialelor sub forma semnalelor acustice și un sistem de fotogra-

fiat (fotorecordină) cu derulare continuă pentru a înregistra pe film elementele grafice de pe ecranul unui oscilograf catodic (fig. 201).

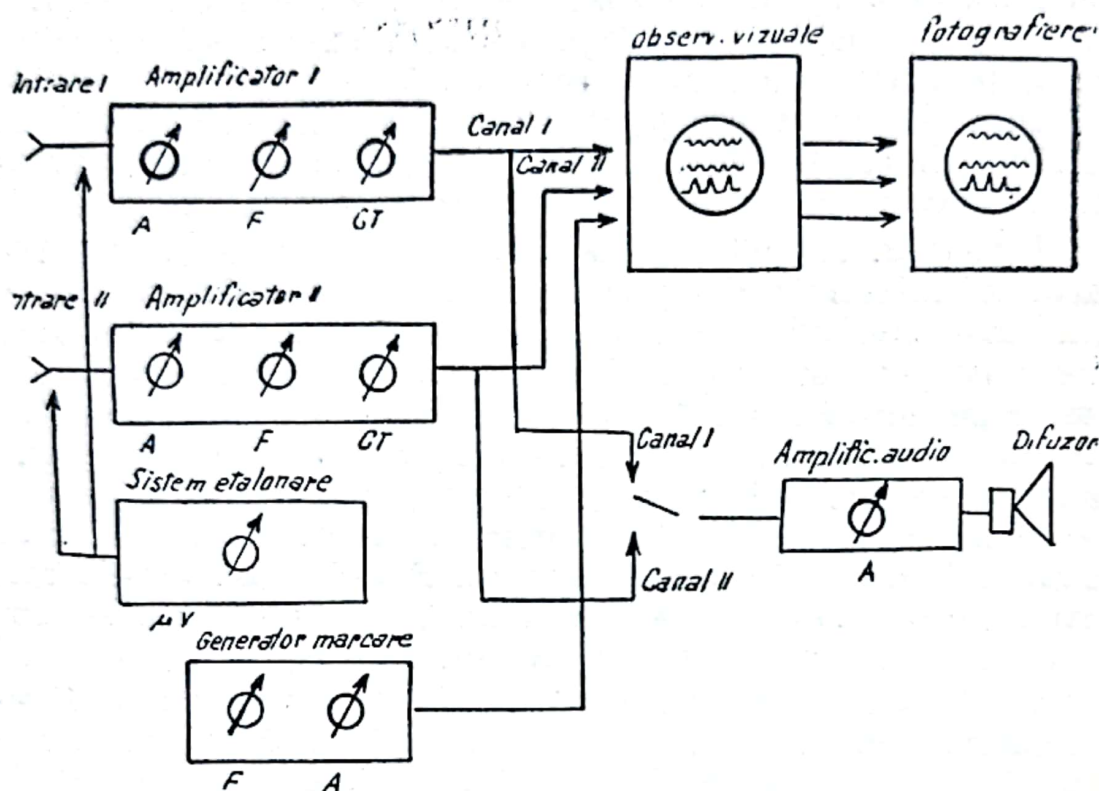


Fig. 201.

Schema bloc a unei instalații de înregistrări electromiografice (Călcăianu).

Se face anestezie locală, apoi se introduce acul electrod în corpul mușchiului paralel cu axul mușchiului, direct prin conjunctivă. Nu se face anestezie subcutanată căci mușchiul anesteziat devine mut la înregistrare. Se apreciază poziția acului prin apariția biopotențialilor la introducerea electrodului și urmărirea activității mușchiului respectiv. Se poate utiliza fie un ac care cuprinde doi electrozi (coaxial Bronk), fie două ace separate care au avantajul de a fi mai fine, deci mai puțin traumatizante.

Ca puncte de reper se iau :

— pentru mușchiul drept superior 15 mm distanță de limbul sclerocornean ; pentru inferior 13 mm ; extern 12 mm ; intern 8,5 mm ;

— pentru orbicular se înțeapă superficial pleoapa superioară sau cea inferioară la o oarecare distanță de marginea liberă;

— pentru ridicători se înțeapă în profunzime pleoapa superioară la nivelul pliului palpebro-orbitar, fie pe cale conjunctivală întorcând pleoapa superioară;

— marele oblic este situat mult posterior și destul de greu de reperat. Se poate repera cu un ac lung prin pleoapa superioară sau fundul de sac conjunctival superoextern;

— micul oblic se înțeapă în cadranul temporal inferior superioară la nivelul pliului palpebro-orbitar, fie pe cale conjunctivală.

Electromiograma normală. Înregistrarea unor contracții progresiv crescînde pe un mușchi scheletic, face ca traseul să treacă prin patru stadii succesive. Mușchii oculari dau un traseu asemănător.

— În repaus complet pe mușchii scheletici se obține o tăcere electrică, tonusul nefiind evidențiat prin nici o activitate electrică. La un mușchi ocular nu se obține niciodată dispariția totală a activității bioelectrice a unităților motorii, căci există un oarecare echilibru care menține mușchii antagoniști în contractură permanentă. Se obține o tăcere electrică numai în extrema poziție a privirii.

— Pentru o contracție ușoară apare un traseu simplu sau potențial elementar în poziția zisă „primară” a privirii. Amplitudinea traseului este sub 80 microvolți. Durata potențialului de acțiune este scurtă de 1—2 milisecunde cu un ritm de apariție de 50 c/s. deci o frecvență relativ înaltă.

— Pentru o contracție ceva mai puternică în mușchii scheletici se obține un traseu intermediar, prin creșterea frecvenței unităților motorii înregistrate prin sumărie temporară. În mușchii oculari se trece direct în stadiul maxim de recrutare a numeroase unități motorii.

— Atunci cînd contracția devine maximă numărul unităților motorii în activitate crește și prin sumărie spațială realizînd o interferență a accidentelor prin sumarea unor noi potențiale. Deci frecvența crește. La mușchii oculari se obține un traseu bogat cu durată foarte scurtă, amplitudini joase, frecvență ridicată, a căror interpretare devine dificilă. Bjork și Rugelberg (1953) menționează frecvențe de 150 c/s. Se poate

face un examen determinat al mișcărilor oculare făcînd să se miște o sursă luminoasă pe un ax perimetric cu o dispoziție regulată și deci un grad de contracție cunoscut.

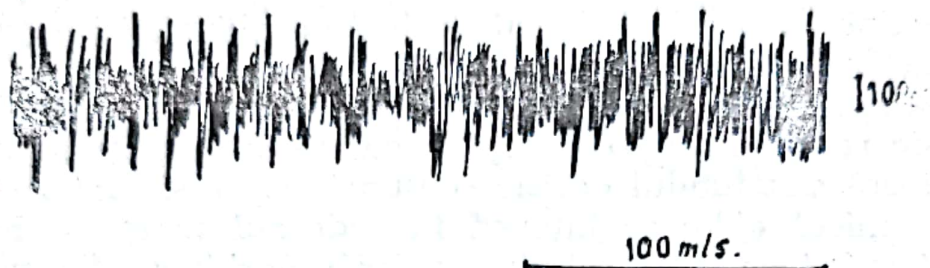


Fig. 202.

Mușchiul drept intern — traseu normal.

Pentru orbicular activitatea electrică este intermediară între aceea a mușchilor oculari și a mușchilor scheletici, cu o amplitudine de 80—400 microvolți și un ritm de 100 c/s.

Electromiograma patologică. Electromiograma poate fi perturbată prin numeroase procese patologice determinate de leziuni situate la diferite nivele :

- reducerea traseului prin diminuarea numărului de unități motorii caracteristice pentru sindromul neurogen ;
- alterații ale traseului electric pentru fiecare unitate motorie, a cărei număr rămîne nemodificat, caracteristic sindromului miogen ;
- tulburări ale funcției neuro-musculare caracteristice sindromului miastenic ;
- înregistrarea simultană în mușchii agoniști și antagoniști pune în evidență aspecte ale inervației reciproce ;
- modificări ale traseului în diferite leziuni supranucleare, strabism, nistagmus, sindrom Stilling-Duane.

Leziune neurogenă. În paraliziiile nervilor oculo-motori, semnele electromiografice sînt acelea întîlnite în toate atrofiile neurogene. Potențialele de fibrilație sînt relativ rar întîlnite. Ele apar la 14 zile de la debutul leziunii nervoase. Ca și în mușchii laringieni datorită duratei scurte a potențialelor unei unități motorii ele sînt mai dificil de a fi distinse de activitatea normală. Aceasta cu atît mai mult cu cît într-o leziune neurogenă incompletă persistă activitatea unor unități motorii.

Dacă denervarea este totală, acul electrodului nu culege nici o activitate electrică. Absența potențialului de acțiune în mușchii oculari totuși este rar întâlnită și trebuie să eliminăm mai întâi o eroare de tehnică. Potențialele de fibrilație fiind de amplitudini joase și durată scurtă, seamănă mai mult cu un răspuns normal al musculaturii oculare. Cum nu există niciodată poziție de repaus, este dificil de a aprecia dacă această descărcare electrică este spontană sau voluntară. Se recomandă să se recurgă la un artificiu de tehnică și să se îndrepte ochiul spre partea opusă sensului de acțiune al mușchiului examinat. Dacă este o descărcare electrică aceasta dispare în timp ce o fibrilație persistă. Denervarea parțială se traduce printr-o diminuare simplă a potențialelor de acțiune voluntară cu un traseu sărac la un efort maxim al contracției. Este un traseu simplu cu frecvențe ridicate. Sumația spațială nu este posibilă deoarece nu rămâne decât un mic număr de unități motorii.

Aceasta este compensată numai într-o mică măsură prin sumație temporală. Apariția potențialelor polifazice de tip potențiale grupate, este rar întâlnită la mușchii oculari. Numărul mic de unități motorii la nivelul mușchilor oculari este relativ mai puțin net pentru atingerea unui număr egal de fibre musculare.

În cursul reenervării pot să apară potențiale polifazice, foarte rar întâlnite în mușchiul normal. Se pot observa în regenerările nervoase ale nervului oculo-motor comun, erori de direcție a fibrelor nervoase cu acelea ale facialului, ajungând la sincinezii anormale. Reducerea traseului și fibrilația arată un prognostic grav. Invers, absența fibrilației o lună după apariția afecțiunii și creșterea numărului de unități motorii arată un prognostic bun.



Fig. 203.

Mușchiul drept extern cu paralizie traumatică. Traseul este simplu și nu comportă decât un potențial de unitate motorie. Traseul tipic de atrofie neurogenă cu sumație temporală fără sumație spațială.

Electromiograma permite de a furniza indicații operatorii în cazurile de strabism paralitic :

— dacă există semne de reenergare putem aștepta o recuperare completă, eventual de a ne limita la nivelul mușchiului lezat numai la o avansare ;

— dacă există o lipsă de reenergare, facem și un recul al antagonistului sau o transplantare musculară.

Leziune miogenă. Se caracterizează în general prin :

— integritatea neuronului motor, cu un număr neschimbat de unități motorii ;

— alterarea primitivă a fibrelor musculare.

Electromiografia a permis astfel de a recunoaște caracterul miogen al unor oftalmoplegii nucleare progresive, de a arăta participarea mușchilor oculari sau originea deficitului motor într-o miozită inflamatorie. Este greu de stabilit dacă zona de liniște este determinată de reducerea ariei musculare printr-un proces patologic sau printr-o eroare de tehnică din cauza mușchilor oculari care sînt foarte mici. Este de reținut că potențialele unității motorii sînt de amplitudine joasă, de durată scurtă, și că există un contrast mare între contracția ușoară sau nulă și bogăția traseului interferențial. Aceasta explică dificultățile de interpretare deoarece cele trei caracteristici ale leziunii miogene la nivelul mușchilor scheletici, amplitudine joasă, durată scurtă, traseu interferențial de la început sînt întîlnite și în mușchii oculari normali. Acest fapt a făcut ca ei să fie comparați cu un „mușchi miopatic scheletic“.

De menționat și faptul că un proces miogen difuz antrenează mai rapid dispariția funcțională a unităților motorii în întregime, deoarece ele nu conțin decît puține fibre musculare. Distincția între aceste două tipuri de trasee neurogen și miogen devine foarte dificilă. Aspectul polifazic și distrofic al bipotențialului unităților motorii este dat prin pierderea sincronismului fibrelor, prin degenerarea unora dintre ele. Aceste caractere pot servi ca diagnostic diferențial de o atingere neurogenă.

Un alt aspect caracteristic este pierderea severă a motilității ce contrastează un traseu electric aproape normal. De menționat și absența potențialelor fără fibrilație sau fasciculație. Kiloh și Nevin insistă asupra amplitudinii joase a tra-

seului și frecvența înaltă a traseelor interferențiale în leziunile miogene. În exoftalmii de origine endocrină nu se observă alterații ale traseelor electromiografice de tip miogen, decât în cazurile avansate. Tulburarea precoce a motilității oculare este la început determinată de o jenă mecanică prin turgescența țesutului orbital.

Miotonia, se caracterizează electromiografic prin modificări specifice. În momentul introducerii electrodului în masa musculară se produce o descărcare electrică a cărei amplitudine crește progresiv și apoi descrește cu o durată de două secunde. Acest fenomen a primit denumirea de „salvă miotonică”. Contractia voluntară, percuția, introducerea și mișcarea acului electrod determină aceeași activitate spontană a fibrelor musculare hipersensibile. După salva miotonică urmează o activitate motorie ilustrată printr-un traseu de lungă durată denumit „postdescărcare miotonică”.

Electromiograma mai poate da relații în leziuni miogene ale orbicularului ca :

— blefarochalazis tip Fuchs sau Laffer-Asher arătând descărcări mai joase în pleoapa superioară decât în cea inferioară ;

— hemiatrofia facială progresivă sau maladia lui Romberg cu amplitudini reduse ale potențialelor unității motorii de partea respectivă ;

— sclerodermia în bandă cu reducerea amplitudinii descărcării orbicularului în interiorul focarului.

Dacă electromiograma poate arăta existența unui proces degenerativ muscular, ea nu poate face însă un diagnostic etiologic.

Miastenia. Diagnosticul miasteniei constituie una din cele mai importante aplicații ale electromiografiei oculare. Electromiograma se caracterizează printr-un traseu constituit din potențialele de unități motorii de aspect aproape normal, dar care încep să scadă în amplitudine în urma unor contracții repetate. Acest caracter descrescând este denumit „reacție miastenică” și dispare după administrarea de 1,5 mg prostigmină i.m. sau 0,5 mg i.v. (fig. 204).

Traseul după 5—10 minute trece printr-o descărcare maximă, apoi se reduce în 2—3 minute la nivelul inițial. O reacție îndoielnică sau negativă nu permite a elimina complet

diagnosticul. Este indicat atunci de a se repeta testul cu o doză mai mare i.m. În unele cazuri numai un tratament de întreținere cu 5—6 comprimate pe zi este convingător. Elec-

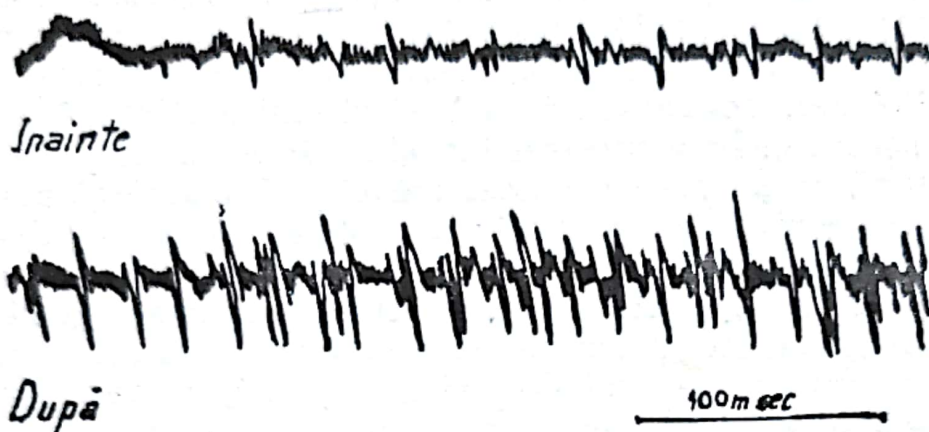


Fig. 204.

Miastenie. Drept intern înainte și după administrare de prostigmină.

tromiograma ajută și la dirijarea tratamentului deoarece arată o contracție chiar slabă care nu se evidențiază clinic. De asemenea permite un diagnostic diferențial între miastenia adevărată și alte leziuni distrofice.

Inregistrarea simultană a mușchilor sinergici și antagoniști. Această înregistrare permite a aprecia aspectele fiziologice și patologice ale inervației reciproce :

- în poziția primară apare un traseu simplu ;
- în privirea laterală se notează la nivelul dreptilor laterali o creștere mare de amplitudine în mușchii antagoniști. Cei doi mușchi sinergici au o acțiune egală, în timp ce în mușchii antagoniști există o inhibiție reciprocă (fig. 205).

Există de asemenea și la nivelul dreptilor verticali o descărcare de amplitudine constantă corespunzătoare poziției primare, fapt care arată că acești mușchi au un rol de echilibrare în menținerea globului fără acțiune proprie de adducție ;

- în privirea verticală acțiunea maximă este pentru micul oblic la privirea în sus și înăuntru ; pentru dreptul superior la privirea în sus și în afară ; pentru marele oblic la privirea în jos și înăuntru ; pentru dreptul inferior la privirea în sus și în afară ;

— convergența este explorată pentru dreptii interni, subiectul fixînd un punct apropiat. Traseul este identic pentru cei doi drepti interni ;



Fig. 205.

Inregistrarea simultană a dreptului intern și dreptului extern la ochiul drept la un subiect normal. La mișcarea spre dreapta, dreptul extern este activ și dreptul intern liniștit. La privirea spre stînga încetează acțiunea în dreptul extern și apare în dreptul intern (viteză de rulare 25 cm/s).

— divergența este explorată pentru dreptii externi, subiectul fixînd un punct îndepărtat se aplică prisme de valoare crescîndă cu baza nazal. Se obține un traseu asemănător ca pentru convergență cu inhibiția dreptilor interni. Electromiograma arată că divergența este un fenomen activ ce presupune existența unui centru nervos.

Leziuni supranucleare. În paralizii ale privirii de tip orizontal sau vertical se constată o activitate electrică crescută în poziția primară a ochilor, care există și în agonist și în antagonist în timpul mișcărilor orizontale sau verticale. Electromiograma arată că în aceste cazuri nu există o inhibiție reciprocă a antagonistului, care este absolut necesară pentru mișcările normale ale ochiului. Electromiograma constată dar nu poate aduce clarificări asupra naturii acestor mecanisme.

Crizele oculogire se traduc printr-o activitate simultană a ridicătorilor verticali și a dreptilor laterali.

Sindromul fasciculului posterior se caracterizează printr-un deficit de adducție a unuia sau a ambilor drepti interni, persistența convergenței și prezența unui nistagmus al ochiului în abducție.

Strabismul, constituie un cîmp larg de cercetare electromiografic. În strabismele orizontale activitatea dreptilor laterali nu prezintă anomalii. Uneori se decelează stigmatul ale unor paralizii neobservate în strabismele concomitente. În strabismul divergent și intermitent se constată o creștere a

activității dreptului extern cu inhibiția dreptului intern. În strabismele cu competentă verticală A/V, electromiograma permite a aprecia activitatea mușchilor orizontali și verti-



Fig. 206.

Mușchiul drept extern OD. La mișcarea spre dreapta la început apare activitatea unei unități motorii de 30 c/s, apoi apariția unei activități foarte bogate.

cali în apariția poziției vicioase, fapt care ajută la stabilirea unor indicații operatorii.

Nistagmusul. Electromiografia a permis studiul activității electrice în nistagmus. Astfel s-a constatat că faza lentă este caracterizată printr-o creștere lentă a activității electrice în mușchiul agonist cu o diminuare reciprocă în antagonist. Faza rapidă constă dintr-o explozie puternică a activității electrice în agonist cu o inhibare a antagonistului. Activitatea musculară precede mișcările.

În ambliopie, nistagmusul arată o adevărată ataxie oculară, cu o perturbare globală a contracției tonice, care la subiectul normal menține globul imobil.

În nistagmusul congenital traseul arată perioade de mare activitate, separate prin perioade de inhibiție parțială, persistând o oarecare activitate sub forma unor potențiale izolate.

Sindromul Stilling-Turk-Duane cuprinde paralizia unilaterală (rar bilaterală) a abducției, limitarea adducției ochiului paralizat, o retracție marcată a globului în timpul încercărilor de adducție, o ridicare a globului în adducție, strîmtoarea fantei palpebrale în adducție, insuficiența convergenței. Deoarece nu se înregistrează variații de potențial în mușchiul drept extern, aceasta arată o transformare fibroasă a mușchiului, care se opune adducției și obligă ochiul să facă mișcări anormale.

XVI. EXPLORĂRI ALE ORBITEI

EXOFTALMOMETRIA

Exoftalmia este protruzia înainte a globilor oculari. Dacă este importantă ea devine clinic evidentă. În caz de exoftalmie monolaterală se poate recurge și la examenul prin comparare.

Pentru determinarea exactă a exoftalmiei au fost inițiate diferite modele de exoftalmometre.

Cele mai simple instrumente constau dintr-o riglă gradată plasată în unghiul extern al orbitei care măsoara distanța de la rebordul orbital al ochiului la vârful corneei.

Primele exoftalmometre au fost preconizate de Snellen, Rollet și Hertel. Exoftalmometrul Hertel este alcătuit din două oglinzi înclinate în care se proiectează imaginea vârfului corneei și a unei rigle gradate în milimetri. Se determină astfel proeminența globului ocular înaintea rebordului orbital extern. Normal această proeminență este de 12—15 mm. Între 16 și 18 mm este o exoftalmie mică, între 18—25 exoftalmie mare și peste 25 exoftalmie foarte mare. În caz de exoftalmie unilaterală diferența de proeminență a celor doi ochi indică gradul exoftalmiei (fig. 207).

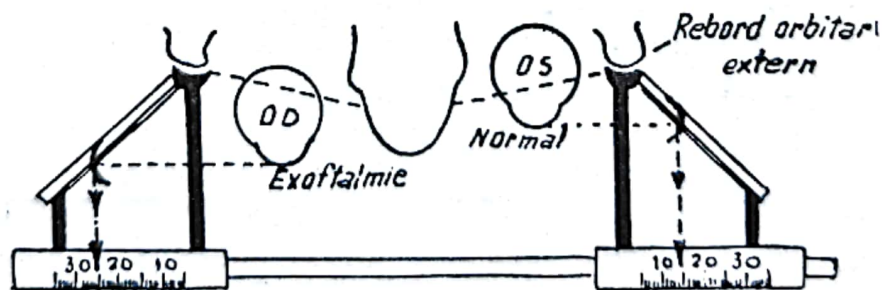


Fig. 207.
Principiul exoftalmometrului Hertel.

Alt model de exoftalmometru este cel al lui Clarke.
Un model de exoftalmometru simplificat este acela al lui Sena (1955) format din o riglă de material plastic divi-



Fig. 208.
Exoftalmometru J. A. Sena.
Privire laterală și de sus în
cursul examinării.

zată în milimetri. Extremitatea orbitală prezintă o depresiune pentru fixarea la nivelul rebordului orbital extern, iar cealaltă extremitate este ținută cu mîna dreaptă de examinator (fig. 208). Pe această riglă se deplasează un cursor dotat cu o mică tijă perpendiculară destinată a veni în contact cu vârful corneei în prealabil anesteziată. Un indicator permite de a citi direct poziția sa pe gradația riglei care arată gradul de proeminență a globului. Acest dispozitiv reprezintă o

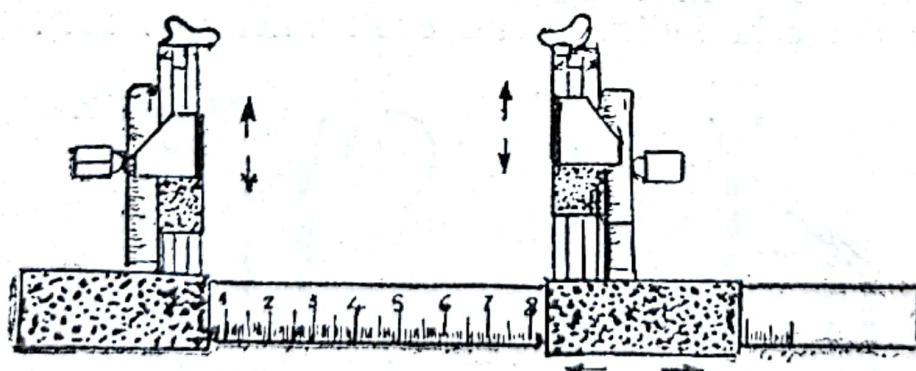


Fig. 209.
Exoftalmometru Deo.

De menționat și exoftalmometrul lui José Manuel Deo Riruejo (1953) bazat pe utilizarea a două prisme reglate printr-un dispozitiv lateral (fig. 209, 210).

John Foster (1955) sistematizează într-un tabel sinoptic diagnosticul exoftalmiilor (fig. 211).

ORBITOTONOMETRIA

Orbitotonometria constă în măsurarea presiunii intraorbitare. Toate țesuturile au o oarecare presiune. Astfel presiunea țesutului subcutanat este între 20—30 milimetri apă; cea intramusculară 60—70 mm; cea intrarenală de 340 mm. Determinările se fac cu ajutorul manometrelor.

În ceea ce privește orbita, presiunea pe cadavru echivalează cu presiunea atmosferică. Presiunea pe ochiul viu este rezultatul mai multor factori: acțiunea musculaturii extrinseci, dimensiuni ale spațiului retrocapsular, raportul volumului ochi-orbită, cantitatea de fluid intraorbital, fluiditatea grăsimii orbitare ș.a.

În timp ce presiunea în țesutul intrapalpebral este de 5 mm apă, cea intraorbitală este de 35 mm apă, deci în medie de 10 ori mai mică decât cea intraoculară. Variații între 120—150 mm sînt observate curent în cursul unor exoftalmii. În cazuri speciale de exoftalmie malignă presiunea intraorbitală poate ajunge la 220 mm apă.

Primele determinări au fost făcute de Von Graefe (1868) digital, care împarte exoftalmiile în reductibile și ireductibile. Langenhan (1910) determină tensiunea țesuturilor orbitare prin aplicarea unor greutatea pe pleoapele închise. În Olanda, Copper (1948) publică primele rezultate asupra orbitotonometriei. Acestei metode i se aduc o serie de îmbunătățiri și completări de Hartmann (1951), Jaeger (1953), Radian A și Radian L. (1960), Brovkina (1970).

Aparatul constă dintr-un cadru metalic fixat pe marginile laterale ale rebordului orbital asemănător cu exoftalmetrul Hertel (fig. 212). Aparatul are 30 cm lungime, conține o placă temporală și un suport nazal reglabil. Este menținut printr-o bandă elastică în jurul capului. O tijă de contact gradată în milimetri vine în contact cu corneea prin intermediul unei sticle de contact sclerale. Tijă de metal este în legătură cu

un dinamometru cu ajutorul căruia se efectuează presiuni pînă la 400 g. Dinamometrul conține un resort în manșonul său, care măsoară această presiune și poate fi reglat la 100, 200, 300 și 400 g. Se pot înregistra astfel deplasările înapoi ale globului ocular. Cînd presiunea impusă aparatului este nulă, el măsoară gradul de proeminență al globului ocular ca un exoftalmometru obișnuit. Cele două scări pentru măsurare sînt suprapuse: cea superioară în grame indică presiunea, cea inferioară în milimetri indică deplasarea. De notat că dinamometrul trebuie etalonat și reglat din timp în timp.

Modul de întrebuințare. Bolnavul este așezat în decubit dorsal, ochii cocainizați; aparatul este aplicat pe ochi prin intermediul unei sticle de contact. Subiectul fixează un punct pe verticală cu ochiul neexaminat prin orificiul corespunzător al cadrului metalic. La presiunea zero, orbitotonometrul dă valoarea exoftalmiei. Se efectuează presiuni de 100 g timp de trei secunde, 200 g timp de trei secunde, 300 g timp de două secunde și 400 g timp de două secunde și se notează valorile deplasărilor.

În scopul evitării reflexului oculo-cardiac presiunea exercitată nu trebuie să fie mai mare de 2—3 secunde. Pentru același lucru majoritatea autorilor renunță la compresii de 300 și 400 g.

Pentru o interpretare corectă a deplasărilor trebuie să se țină seama de gradul exoftalmiei. În tabelul care urmează Copper arată valorile reale ale orbitotonometriei în funcție de exoftalmie.

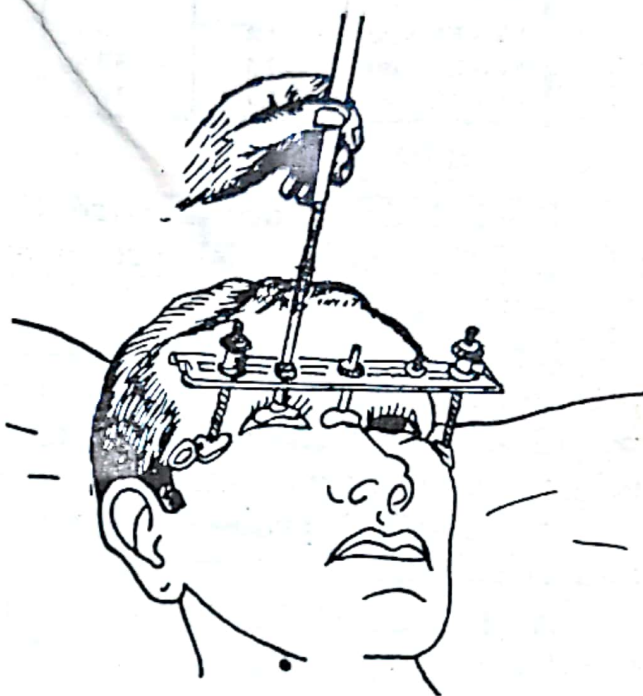


Fig. 212.

Schema orbitotonometrului Copper.

Tabel XVI

Exoftalmie	Presiune				
	0	100	200	300	400
10-14 mm	12	9	7	6	6
14-18 mm	16	12	10	9	8,5
18-24 mm	20	16	14	12	11

Plecînd de la aceste cifre Copper a stabilit curbe normale, notînd pe abscisă presiunea efectuată și pe ordonată deplasarea globului.

Înfundarea globului în orbită este condiționată de compresiunea țesuturilor orbitare. Un rol important îl are raportul dintre mărimea globului și dimensiunile orbitei. Un ochi miop se înfundă mai puțin decît un ochi hipermetrop. La sfîrșitul fiecărei probe de compresiune se măsoară exoftalmia reziduală.

A. Radian și L. Radian (1960) simplifică aparatul efectuînd compresiuni cu greutateți adiționale de 100, 200 și 300 g. (fig. 214).

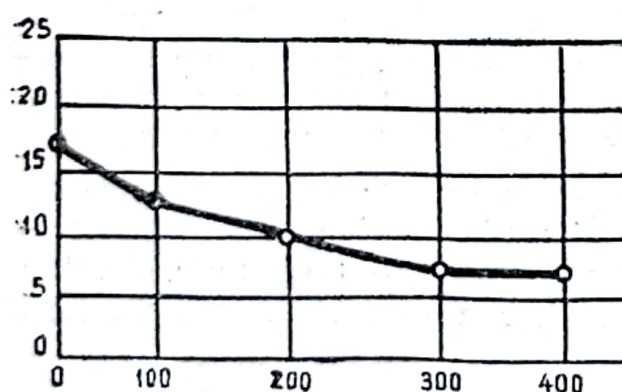


Fig. 213.

Curba orbitonometrică medie după administrarea de 2 cm³ ser retroocular.

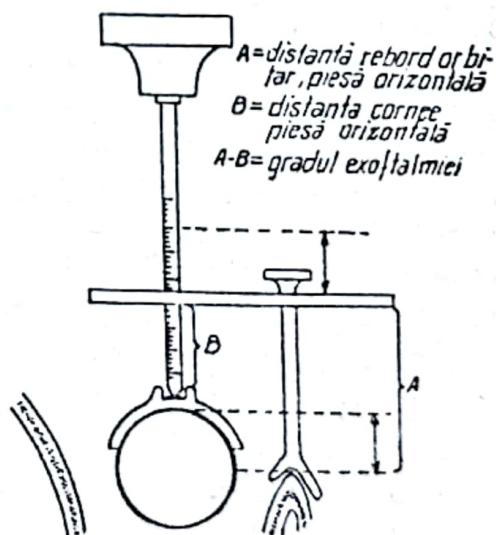


Fig. 214.

Determinarea orbitonometriei (A. Radian și L. Radian).

În felul acesta aparatul nu mai trebuie etalonat și reglat.

Rezultate. Notînd pe abscisă presiunea efectuată în grame și pe ordonată deplasarea globului ocular, Brovkina (1970) trasează o serie de curbe orbito-tonografice (fig. 215).

Copper precizează că trei elemente trebuie distinse la nivelul unei curbe :

— nivelul, este un indicator al gradului exoftalmiei ;

— platoul, este un indicator al rezistenței intraorbitare ;

— curba, este un indice al consistenței țesuturilor. Colenbrander (1951) adaugă la acest studiu al presiunii un studiu al depresiunii și definește o curbă a depresiunii pe care o înregistrează după timpul depresiunii și care este situată mai jos decît curba presiunii.

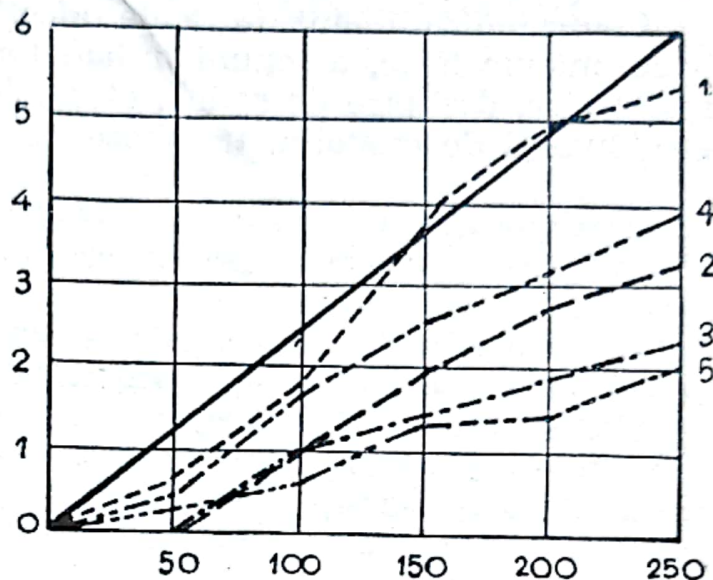


Fig. 215.

Rezultate ale orbitotonogramei : linia continuă = normală ; 1 = exoftalmie endocrină ; 2 = exoftalmie edematoasă ; 3 = tumori maligne ; 4 = miozită ; 5 = proces de scleroză (Brovkina).

Presiunea rezultată este crescută în exoftalmii. În exoftalmiile maligne este un proces infiltrativ orbital ce nu permite o reducere a exoftalmiei. Cu cît exoftalmia este mai mare cu atît și tensiunea țesuturilor orbitare este mai mare. Se arată că de mai multe ori apare o creștere a exoftalmiei înaintea apariției simptomelor clinice. Orbitotonometria este scăzută în neoformațiile solide și ridicată în cele de natură vasculară.

În sindromul Cushing de natură hipofizară presiunea intra-orbitală crește chiar fără o exoftalmie clinică aparentă prin acțiunea unui factor hipofizar, pe cînd în sindromul Cushing de origine periferică orbitotonometria este normală.

Indicații și contraindicații. Indicațiile majore ale orbitotonometriei sînt în stabilirea diagnosticului diferențial între o exoftalmie reductibilă și nereductibilă, arătînd și gradul de reductibilitate.

Contraindicații sînt în toate afecțiunile corneo-conjunctivale, miopie forte, afecțiuni inflamatorii ale polului anterior și posterior, deslipire de retină, ateroscleroză, glaucom, luxații și subluxații de cristalin, tromboză de venă centrală.



XVII. EXPLORĂRI PRIN RADIOIZOTOPI

În medicină, și în particular în oftalmologie, radioizotopii pot fi folosiți atât în scop de cercetare, cât și pentru diagnostic și terapie.

Ca mijloc de cercetare și diagnostic radioizotopii poartă denumirea și de radiotrasori, prezența lor în organism fiind ușor detectată datorită radiațiilor pe care le emit. Tehnicile radioizotopice au permis obținerea unor prețioase informații cu privire la morfologia și funcția unor aparate și organe, în stare normală și patologică, de multe ori inaccesibile pentru alte mijloace de explorare.

Utilizarea trasorilor radioactivi în cercetările medico-biologice și activitatea de diagnostic se bazează pe următoarele ipoteze esențiale pentru validarea rezultatelor obținute în diverse situații :

— izotopii radioactivi ai unui element avînd aceleași proprietăți chimice ca și cei stabili nu pot fi identificați de substanța vie și ca atare au aceeași soartă metabolică într-un sistem biologic ;

— fenomenul de radioactivitate la dozele folosite nu modifică desfășurarea normală a fenomenelor biologice.

În anumite condiții aceste postulate nu mai sînt valabile trebuind să se țină seama fie de efectele izotopice (comportament diferit datorită maselor diferite), fie de efectul iradierii.

Folosirea radioizotopilor ca agenți terapeutici este posibilă datorită efectelor biologice ale interacțiunii radiațiilor cu substanța vie (țesuturile și celulele umane).

NOȚIUNI FIZICE GENERALE

Caracterul unei specii atomice oarecare este definit de structura nucleului său, care este alcătuit în principiu din protoni și neutroni, pentru acest motiv numiți și nucleoni.

Stabilitatea structurii nucleare este asigurată de existența unor forțe cu caracter particular numite forțe nucleare.

Protonii și neutronii sînt particule elementare care au aproximativ aceeași masă (egală cu unitatea de masă atomică — a.m.u.), diferind prin încărcarea electrică (nulă pentru neutroni și egală cu unitatea de sarcină electrică pozitivă pentru protoni).

Numărul protonilor reprezintă așa numitul număr atomic Z și determină locul ocupat în tabelul lui Mendeleev. Suma maselor protonilor și neutronilor dintr-un nucleu reprezintă masa atomică relativă, adică așa-numitul număr de masă M , egal cu numărul total al nucleonilor ce compun nucleul.

Prin izotopi înțelegem speciile atomice care ocupă aceeași căsuță în tabelul lui Mendeleev, deoarece posedă același număr de protoni diferind numai prin numărul de neutroni, ceea ce atrage după sine aceleași proprietăți chimice, dar nu și fizice.

Exemplul cel mai simplu este reprezentat de izotopii atomului de hidrogen (fig. 216).

Aceste trei specii atomice posedă același număr de protoni ($Z = 1$), numărul de neutroni diferind, nu au nici unul, au unul și respectiv doi neutroni în nucleu. Ca atare ocupă același loc în clasificarea periodică a lui Mendeleev, reprezentînd același element chimic (hidrogenul), dar posedă proprietăți fizice diferite (spre exemplu tritiul este radioactiv).

Unele specii atomice au proprietatea de a emite spontan și continuu radiații corpusculare și/sau electromagnetice ca urmare a unor procese de transmutație nucleară. Această pro-

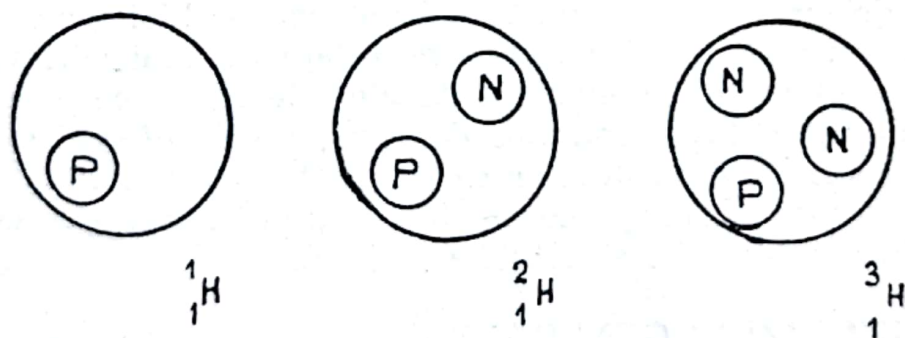


Fig. 216.

Izotopii atomului de hidrogen. A — hidrogen ușor; B — hidrogen greu (deuterium); C — hidrogen foarte greu (tritiu).

prietate se numește radioactivitate. Radioactivitatea poate fi naturală, observabilă în cazul nucleelor grele ($Z > 82$) care sînt instabile și prezente în natură, sau artificială, observabilă în cazul radioizotopilor obținuți prin modificarea structurii nucleare a unor atomi cu ajutorul unor mijloace imaginate de om.

Radiațiile emise de speciile nucleare radioactive pot fi de tipul alfa, beta sau gama. Radiațiile alfa sînt de natură corpusculară, fiind alcătuite din asocierea a doi protoni și doi neutroni, ca și nucleul de heliu, pentru care motiv se numesc și helioni. Emisia unui astfel de corpuscul micșorează masa cu patru unități și sarcina cu două unități. Ca atare atomul își schimbă poziția cu două căsuțe la stînga în tabelul lui Mendeleev. Radiațiile beta sînt de asemenea de natură corpusculară, fiind reprezentate de electroni rapizi a căror emisie nu modifică masa nucleului dar mărește sarcina cu o unitate. În acest caz atomul își modifică poziția cu o căsuță la dreapta în tabelul lui Mendeleev. Radiațiile gama sînt de natură electromagnetică și prin emisia lor se modifică numai starea energetică a nucleului.

Orice radioizotop are ca proprietate caracteristică așa numita perioadă sau timp de înjumătățire. Prin perioadă de înjumătățire se înțelege intervalul de timp după care numărul de nuclee radioactive existente inițial se reduce la jumătate. În cazul Co^{60} este de aproximativ 5,3 ani, la P^{32} de 14,3 zile, iar la I^{131} de 8 zile. În cazul radioizotopilor cu perioadă de înjumătățire scurtă (P^{32} , I^{131}) este posibilă administrarea lor internă în doze care nu creează o expunere la radiații periculoase pentru om. Radioizotopii cu perioadă lungă de înjumătățire nu pot fi utilizați decît în dispozitive de iradiere externă (bomba de Co).

Prin interacțiunea dintre radiații și substanța vie se realizează excitarea și ionizarea moleculelor din care este compusă aceasta. Ca urmare a acestor procese fizice apar așa numitele efecte biologice care pot fi de natură somatică sau genetică. În limitele cantităților de substanță radioactivă folosită în explorările medico-biologice se admite că efectele somatice și genetice sînt nule sau practic neglijabile.

La baza procedeelelor utilizate pentru detectarea prezenței substanțelor radioactive și pentru evaluarea lor cantitativă în

organism stă capacitatea radiațiilor nucleare emisă de aceste substanțe de a ioniza mediul pe care-l străbat.

Actualmente, ca mijloace de detecție se folosesc contorii Geiger-Müller și îndeosebi sondele de scintilație care se atașează unor instalații electronice de măsurare, stocare și prelucrare a informației, a căror alcătuire în unele cazuri este deosebit de complicată. Tipul sistemului de detectare este în funcție de modul în care instalația auxiliară folosește informația detectorului care poate fi de tipul impuls sau de tipul curent de ionizare.

În sistemul de detectare de tip impuls, informația detectorului constă într-o succesiune de impulsuri care se numără. În sistemul de detectare de tip curent de ionizare, informația detectorului constă dintr-un curent continuu, datorit colectării tuturor sarcinilor de ionizare, produse de diferitele particule care interacționează cu detectorul.

Contorii Geiger-Müller și sondele de scintilație fac parte din categoria detectoarelor de tip impuls.

CONTORUL GEIGER-MÜLLER în funcție de construcție poate fi folosit pentru detecția radiațiilor beta (contorii cu fereastră frontală) sau pentru detecția radiațiilor gama (contorii cilindrici fără fereastră). Contorul constă dintr-un cilindru metalic sau de sticlă metalizată la interior, care conține vapori de halogeni sau alte gaze la presiune slabă. În interior se află un filament axial care împreună cu cilindrul formează un sistem între care nu se realizează legătură electrică decât în momentul ionizării vaporilor sau gazelor din interior, ca urmare a pătrunderii radiațiilor ionizante. Sistemul este conectat la o sursă de înaltă tensiune, continuă prin intermediul unei rezistențe de sarcină (fig. 217).

În momentul ionizării gazului din interior circuitul se închide și pe rezistența de sarcină ia naștere un impuls de curent electric (tensiune). Impulsurile care iau naștere într-un interval de timp definit sînt numărate de către numărătoare mecanice sau electronice auxiliare. Este posibilă de asemenea medierea lor de către aparate numite cadențmetre, care măsoară direct cadența presiunilor, adică numărul de impulsuri în unitatea de timp.

SONDA DE SCINTILAȚIE este alcătuită dintr-un cristal de scintilație, un fotomultiplicator și preamplificator cărora li

se asociază o sursă de înaltă tensiune continuă. Între cristal și fotomultiplicator există legătură optică printr-un strat de ulei de siliconiu. Sistemul este protejat optic într-o carcasă metalică și împotriva radiațiilor printr-un înveliș de plumb numit colimator. Colimatorul în fața cristalului este prevăzut cu un orificiu al cărui profil este realizat conform scopului utilizării.

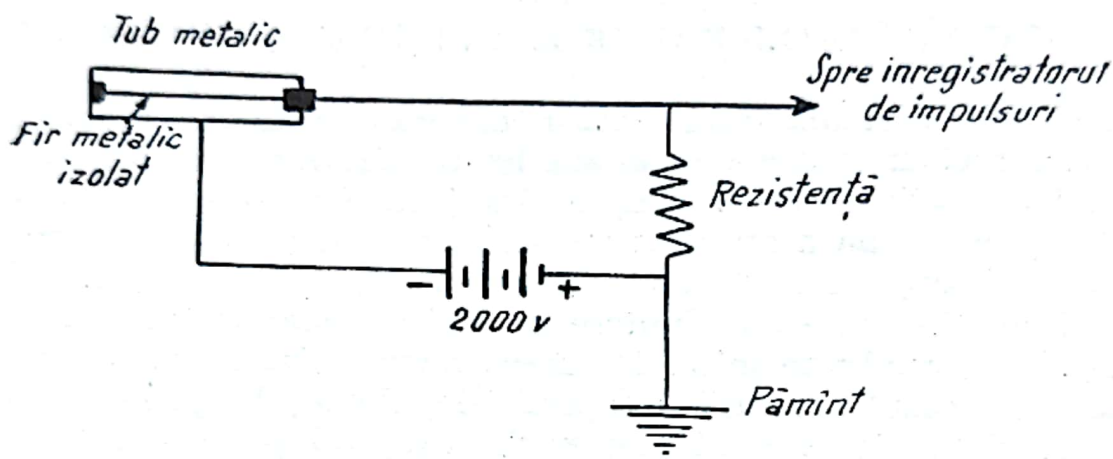


Fig. 217.
Schema contorului Geiger-Müller.

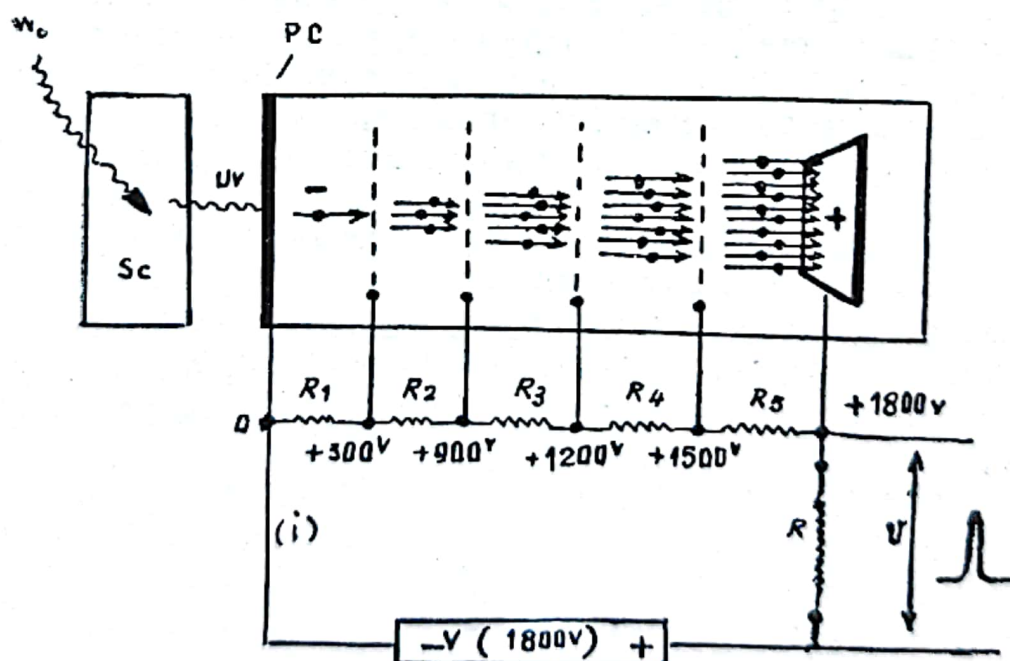


Fig. 218.
Schema sondei de scintilație. Sc - cristal de scintilație;
Pc - fotomultiplicator.

Colimatorul permite accesul radiațiilor către cristal cu maximum de eficacitate numai din regiunea de explorat dorită. Sonda de scintilație în raport cu calitățile cristalului poate fi folosită pentru detecția radiațiilor beta sau gama. Sondei de scintilație i se atașează instalații de numărare, similare celor menționate la contorul Geiger-Müller.

DIAGNOSTICUL CU RADIOIZOTOPI ÎN OFTALMOLOGIE

În practica medicală pentru diagnostic se folosesc atât radioizotopi emițători de radiații beta cât și radioizotopi emițători de radiații gama. Aceștia sînt incluși în substanțe chimice care posedă o afinitate deosebită pentru țesuturile și organele de explorat.

Radiațiile beta au o putere de ionizare mare și în consecință penetrabilitate mică. De aceea detecția lor este posibilă numai în cazul țesuturilor superficiale. Radiațiile gama au o putere de ionizare mult mai mică, astfel că puterea lor de pătrundere este mare și detecția lor este posibilă și în cazul țesuturilor profunde.

În principiu, metodele folosite actualmente pentru diagnostic pun în evidență distribuția și evaluează cantitativ dinamica acumulării substanțelor radioactive în țesuturile oculare, comparativ între ochiul sănătos și bolnav.

Pentru obținerea informațiilor funcționale și morfologice, sînt în uz metode care folosesc :

— instalații simple de numărare prevăzute cu contor Geiger-Müller sau sondă de scintilație ;

— instalații de scintigrafie cu detector mobil (scanere), care efectuează scaningul regiunii de explorat, adică măsurarea punct cu punct a întregii regiuni după o traiectorie anumită ;

— instalații de scintigrafie cu detector fix (camere de scintilație).

În cazul metodei cu instalații simple de numărare prevăzute cu contor Geiger-Müller sau sondă de scintilație, se administrează fosfor radioactiv care este un emițător beta pur cu perioadă de înjumătățire de 14,3 zile. Fosforul se află sub forma de fosfat de sodiu soluție izotonă sterilă care se poate

administra direct sau diluată cu ser fiziologic. Se injectează intravenos doze de 2—4 μCi /kilocorp.

Țesuturile în faza de creștere, precum și țesuturile tumorale au o afinitate crescută pentru fosfor, astfel că în acestea concentrația fosforului este sensibil mai mare decât în țesuturile sănătoase. Prin măsurarea radioactivității diverselor cadrane în care este împărțit teritoriul ocular, se poate deduce prin compararea datelor obținute de la cei doi ochi dacă este eventual prezentă la vreunul dintre ei o formație tumorală.

Măsurarea radioactivității se face la 6, 24, 48, 72, și 96 de ore după anestezierea corneei și aplicarea unui depărtător. Detectorul se aduce în apropierea cadranelor de măsurat, respectându-se riguros poziția și distanța față de țesuturi pentru fiecare măsurare. Maximul de radioactivitate fixată se situează de obicei între 24—48 de ore. O fixare crescută pentru un anumit cadran care se repetă la determinări succesive trădează prezența unui țesut tumoral.

În cazul metodei cu instalații de scintigrafie cu detector mobil se administrează gamaemitori, de obicei substanțe care conțin în molecula lor I^{131} .

Instalația de scintigrafie este alcătuită dintr-un detector (sondă de scintilație) protejat cu un colimator de construcție specială pentru uzul oftalmologic, un dispozitiv mecanic care deplasează automat detectorul (D) deasupra regiunii de explorat și un dispozitiv electronic de prelucrare a informației (C) care oferă sub formă de înscrisoare mecanică (A) sau fotografică (B) color sau alb-negru (fig. 219). Dispozitivul electronic de prelucrare a informației cuprinde numărătoare analogice și digitale, analizoare de amplitudine a impulsurilor, dispozitive de control al înregistrării, amplificatoare etc.

Detectorul este deplasat automat cu o viteză constantă deasupra regiunii de cercetat, explorând-o succesiv punct cu punct, pentru care motiv metoda este numită de anglo-saxoni „scanning”. Informația este înmagazinată grafic pe înregistratoare mecanice sau fotografice sub forma unor linii cu densitatea variabilă proporțională cu nivelul radioactivității sau sub forma unor pete de diferite culori corespunzător unui anumit cod. În figura 220 reprezintă o scintigramă obținută cu ajutorul unui înregistrator mecanic.

În cursul examinării subiectul trebuie să stea nemișcat, deoarece caracteristicile detecției sînt asemănătoare celor din cursul fotografierii, fiind necesar un flux suficient de radia-

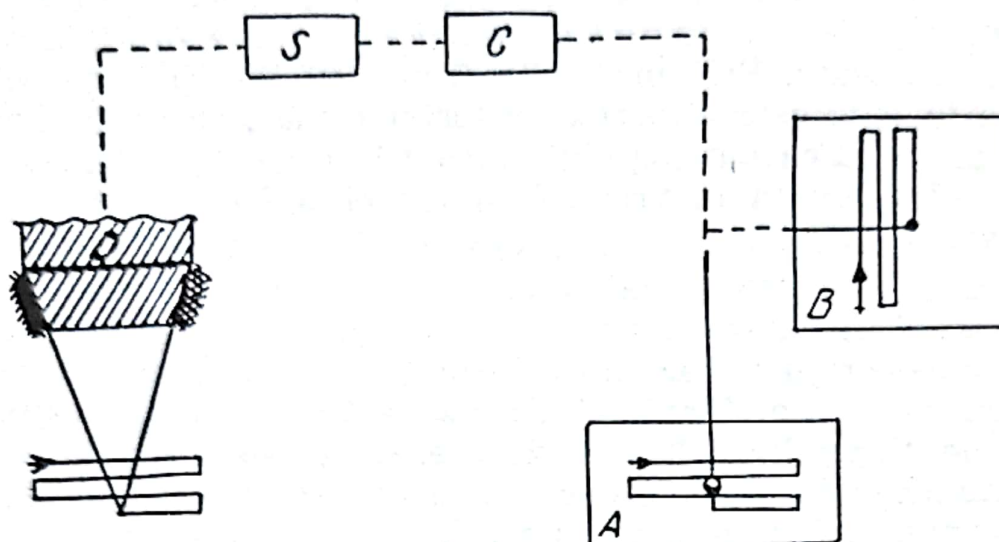


Fig. 219.

Schema componentelor principale ale unui scintigraf.

ții gama pentru a se obține detaliile corespunzătoare diferitelor zone ale regiunii explorate.

La nivelul orbitei, scintigrafia se realizează cu dispozitive cărora li se atașează colimatori cu profil special care să corespundă formațiunilor mici ale ochiului. Morax și colab. utilizează colimatori cu distanțe focale diferite pentru a asigura explorarea cu maximum de eficacitate a formațiunilor situate anterior și respectiv posterior.



Fig. 220.

Meningiom de mică aripă a sferoidului de partea stîngă.

În fig. 221 A se prezintă curbele de izosensibilitate ale unui colimator cu canal cilindric care asigură la 4 cm profunzime o eficacitate a detecției de 60%. În fig. 221 B se prezintă curbele de izosensi-

bilitate ale unui colimator conic care asigură o eficacitate a detecției de cel puțin 50% numai până la 1 cm distanță. În cazul scanerelor de uz oftalmologic detectorul se deplasează

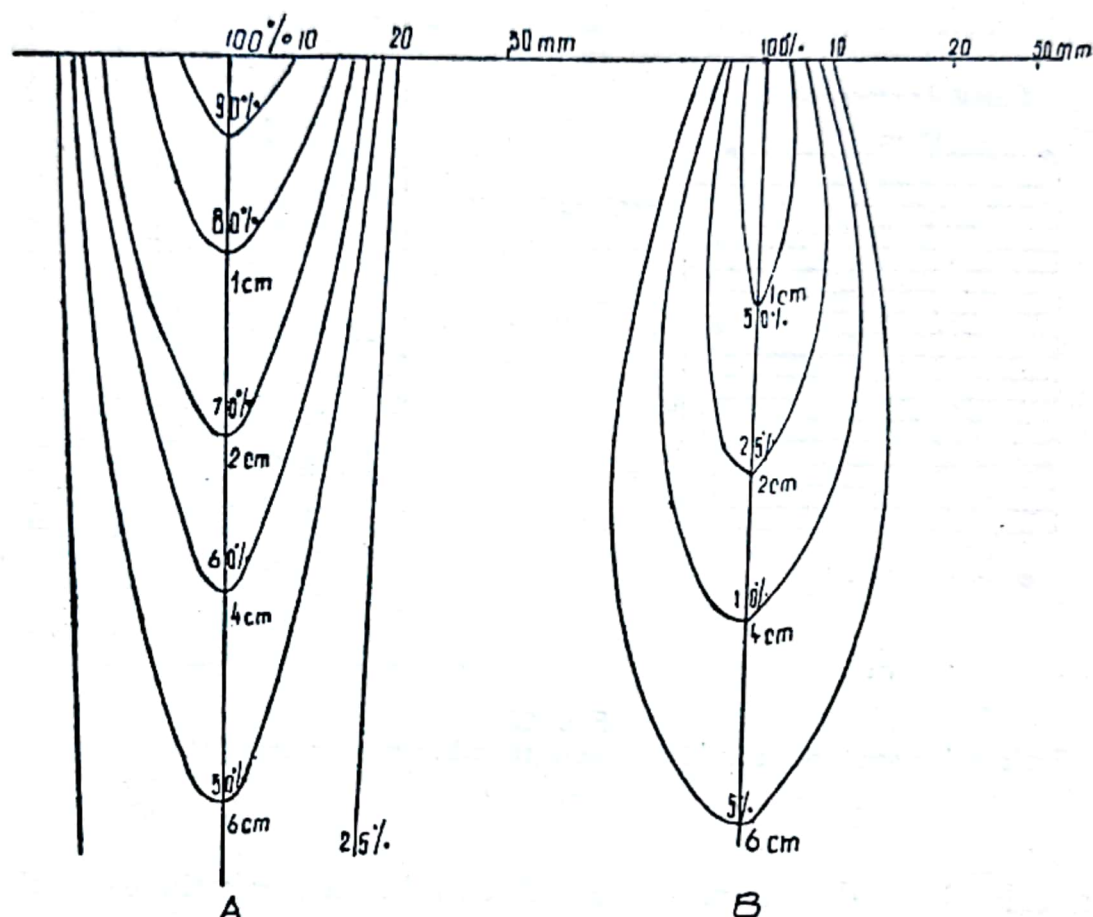


Fig. 221.

Curbe de izosensibilitate a colimatorului cu canal cilindric (A) și conic (B); sursa Hg^{197} (Morax)

orizontal deasupra orbitei în imediata ei apropiere pe o traiectorie similară cu cea din fig. 222 A, distanța dintre linii fiind 1,75; 3,50; 5,25 mm în raport cu necesitățile. Viteza de deplasare a sondei de scintilație este de 0,1—2 mm/secundă. Cristalul utilizat este fabricat din iodură de sodiu și are grosimea de 4 mm și diametru de 30 mm. Informația în unele cazuri poate lua și aspectul din fig. 222 B, unde nivelul radioactivității se traduce printr-o curbă cu înălțime variabilă.

În cazul metodei cu instalații de scintigrafie cu detector fix (camere de scintilație), detectorul se plasează deasupra regiunii care ne interesează. Detectorul este reprezentat de

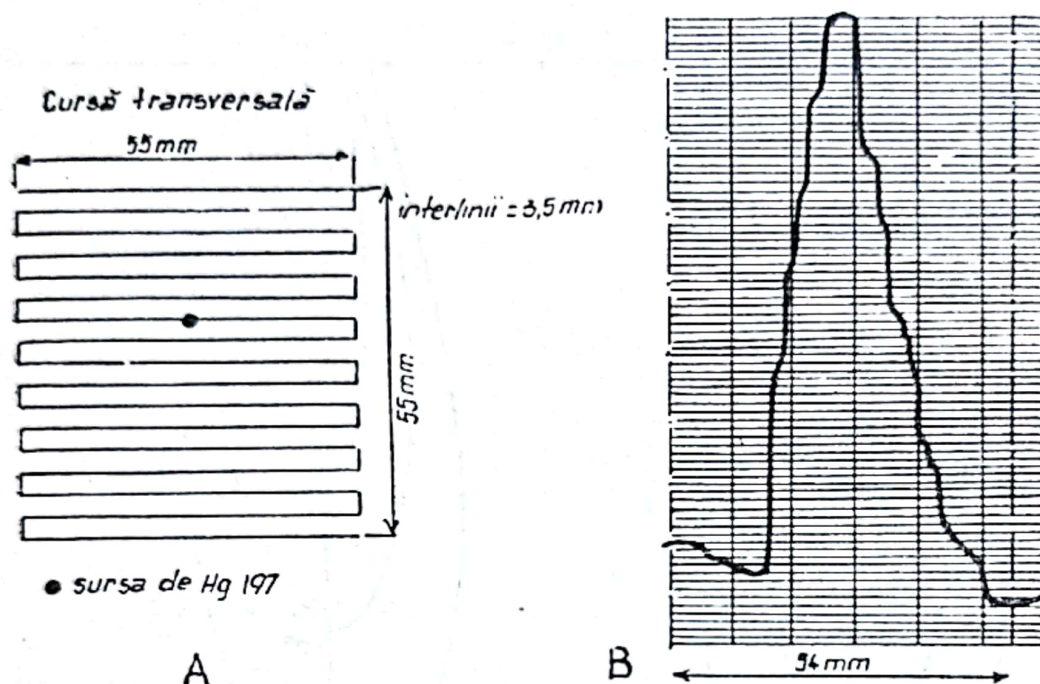


Fig. 222.

Traiectul urmat de sondă în plan preorbital (A) ; înregistrarea activității (B).

un cristal cu diametru mare (27 cm) în fața căruia este plasat un colimator special de tip „pin-hole” cu două găuri stenopeice de 8 mm diametru exterior și 3 mm diametru interior. Informația este preluată de fotomultiplicatori care conduc la dispozitive electronice de amplificare și analiză a amplitudinii impulsurilor. Prelucrarea informației este asigurată de o serie de dispozitive speciale care o oferă pe ecranul unui osciloscop de pe care se pot obține fotografii alb-negru sau color conform unui cod special.

Un asemenea dispozitiv de scintigrafie poartă denumirea de cameră de scintilație și poate fi prevăzut cu colimatori cu numeroase canale în cazul când se folosește pentru explorarea altor organe. În fig. 223 se prezintă diagrama bloc simplificată.

Și în acest caz se administrează radioemitori gama, de obicei substanțe care conțin în molecula lor I^{131} . Aceasta impune administrarea bolnavului în cele trei zile premergătoare

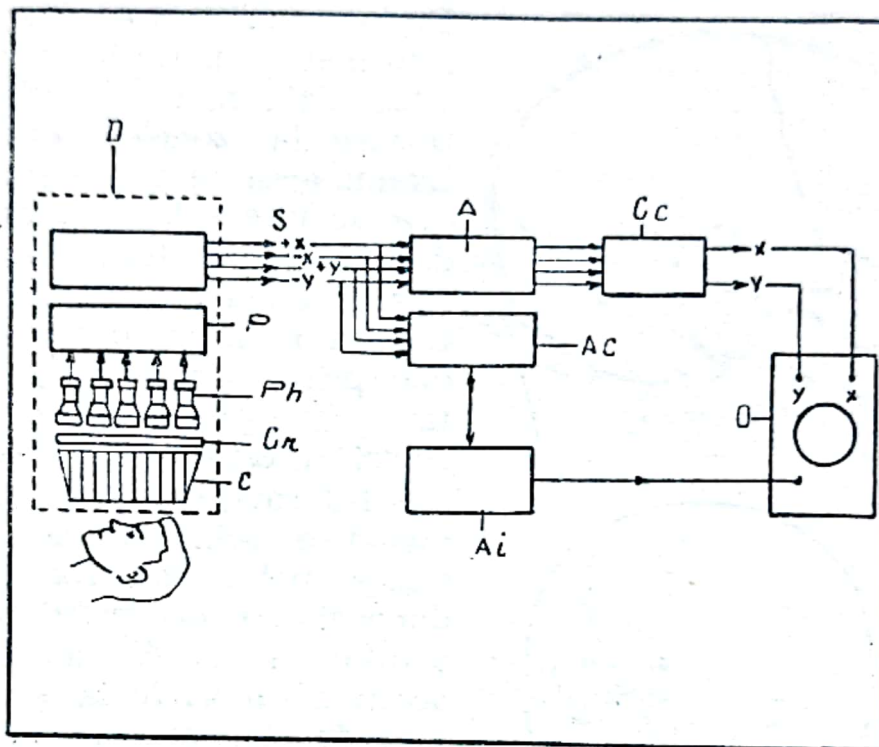


Fig. 223.

Diagrama bloc simplificată a camerei de scintilație Pho/Gamma III. C — colimator; Cr — cristal; Ph — fotomultiplicatori; P — preamplificatori; D — detector; S — semnale; A — amplificatori; AC — circuite auxiliare; Ai — analizori impulsuri; Cc — circuite de control; O — osciloscop.

examenului a câte 20 picături pe zi soluție Lugol pentru blocarea tiroidei și un preparat atropinic seara pentru diminuarea secreției salivare. La un anumit interval de timp după administrarea substanței radioactive (15 minute în cazul introducerii intravenoase a $DI^{131}F$ și respectiv 46 ore în cazul iodochinei) bolnavul este plasat sub colimator astfel încât găurile acestuia să se afle deasupra și în imediata apropiere a ochilor.

Informația se stochează în memoria aparatului și simultan se proiectează pe ecranul osciloscopului. Când s-au acu-

mulat suficiente impulsuri stocarea se blochează și se fotografiază imaginea de pe ecran. Dispozitive auxiliare permit prelucrarea informației stocate pe bandă magnetică și redarea ei în diverse maniere.

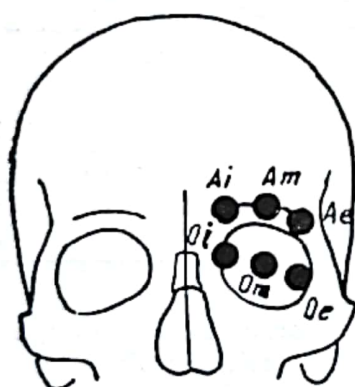
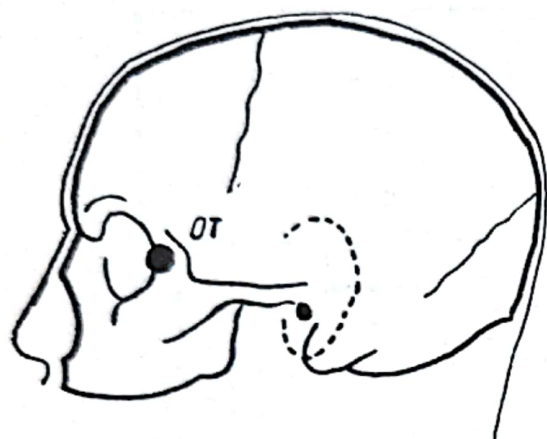


Fig. 224.

Gamaorbitografie. Cele 7 puncte de explorare ip metoda de contact: 1 - OT = orbito-temporal; 2 - Oi = orbital intern; 3 - Oe = orbital extern; 4 - Om = orbital mijlociu; 5 - Ai = arcadă internă; 6 - Ae = arcadă externă; 7 - Am = arcadă mediană (după J. Jolivet).

Prelucrarea suplimentară a informației permite obținerea unor date mai complete cu privire la zonele explorate. Examinarea se poate repeta la diverse intervale de timp, studiul astfel efectuat având caracter dinamic. Diferențele în fixarea radioizotopului se traduc prin diferențe de densitate fotografică (înnegrire), culori diferite sau cifre.

Informațiile oferite de metodele scintigrafice cu detector mobil sau fix privesc dimensiunile organului sau țesutului tumoral, amplasarea acestuia, morfologia și eventual funcția atunci când studiul are caracter dinamic.

Rezultatele care se obțin sînt în funcție de trasorii utilizați. În oftalmologie și-au găsit aplicație Di-iodofluoresceina și iodochina, ambele marcate cu I^{131} .

Di-iodofluoresceina este ușor de marcat căci conține doi atomi de iod. De obicei, se administrează aproximativ 200 μ Ci pe cale intravenoasă.

Indiferent de transparența mediilor oculare se obține imagine hiperfixantă de partea melanomului malign. Interpretarea rezultatelor se realizează prin compararea valorilor obținute la cei doi ochi. O radioactivitate mai mare de 22% este un semn de malignitate.

Critica adusă acestei metode de diagnostic constă în faptul că nu ține cont de posibilitatea existenței unor melanoame mici sau puțin vascularizate, care pot fi inaparente scintigrafic. Pentru aceasta se recurge la diferite artificii în prelucrarea informației astfel ca ariile hiperfixante să apară mai nete.

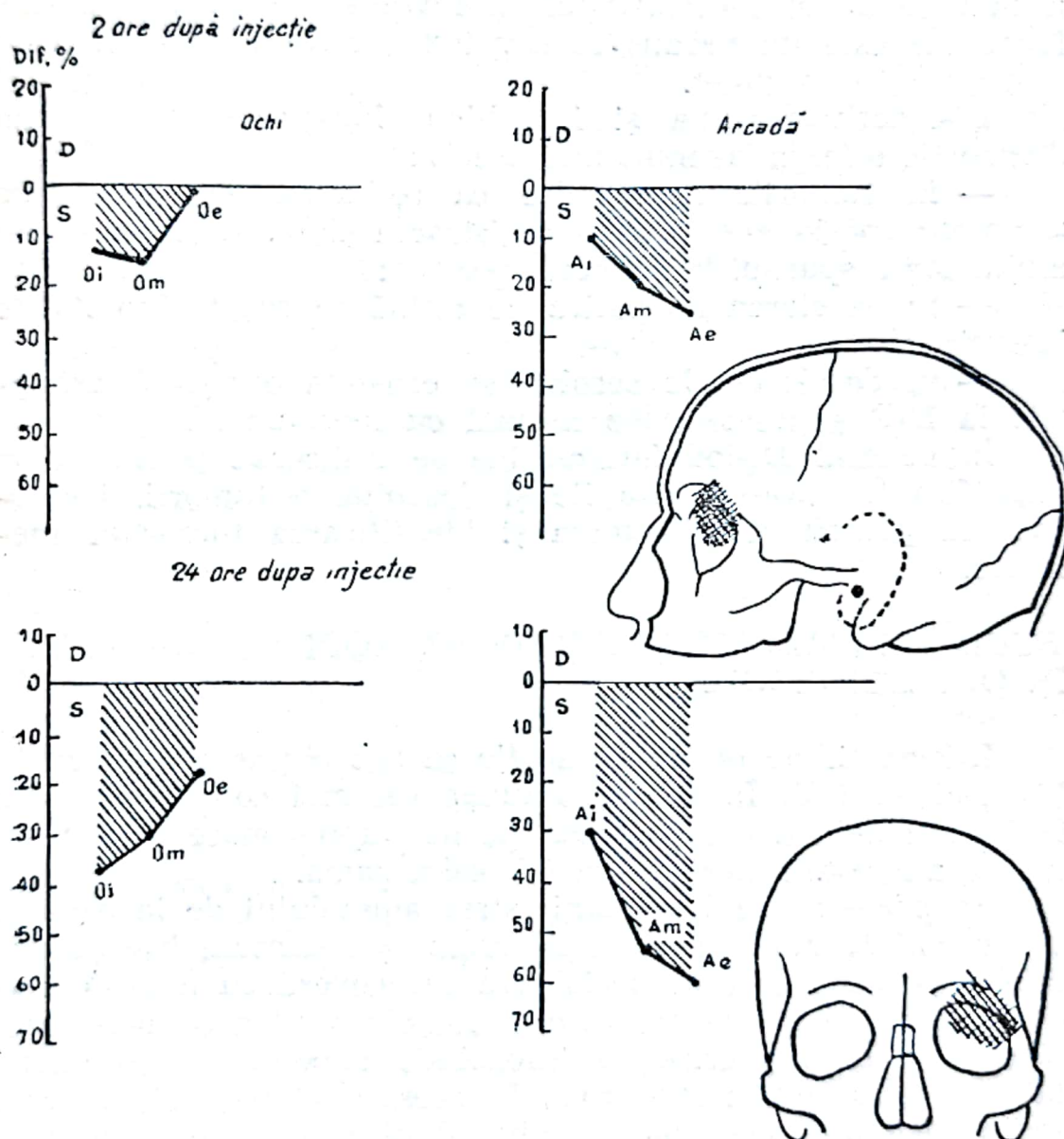


Fig. 225.

Asepectul gammaorbitografic într-o tumoră orbitară metastatică cu punct de plecare de la un neoplasm de sin operat. Hiperactivitate orbitară stângă discretă la două ore și accentuată după 24 ore de la injectarea de I^{131} — serum albumină umană (j. Jolvet).

Pentru a crește siguranța diagnosticului se poate folosi iodochina, care se administrează oral. Substanța se marchează prin înlocuirea atomului de Cl cu un atom de I ¹³¹. Substanța se fixează la nivelul melanomului, dar nu în funcție de vascularizația tumorii, ci în funcție de cantitatea de țesut melanic prezent. În melanom betaglicuronidaza desface produsul, fixându-se astfel radioizotopul la nivelul țesutului patologic. Iodochina este un produs relativ toxic, reținut de ficat unde este glicuronoconjugat.

Di-iodofluoresceina și iodochina împreună permit un diagnostic diferențial mult mai precis :

- în tumorile nemelanice ca retinoblastom, metastaze tumorale coroidiene, unde înregistrarea după iodochină este mută, dar răspunsul la DIF este pozitiv ;

- în decolarea idiopatică de retină se constată o liniște izotopică ;

- în decolarea de coroidă se constată o ușoară asimetrie la DIF și un răspuns normal cu iodochină.

În general Di-iodofluoresceina se utilizează pentru a se identifica hipervascularizațiile și dezvoltarea tumorii, iar iodochina pentru recunoașterea și identificarea tumorilor melanice.

STUDII METABOLICE CU RADIOIZOTOPI ÎN OFTALMOLOGIE

Informații de ordin metabolic se pot obține prin metoda historadiografică. În această situație cei mai convenabili sînt emițătorii beta a căror eficacitate de impresiune a filmului radiografic este superioară emițătorilor gama.

Se poate folosi I ¹²⁵, administrat animalului de la care se prelevează țesutul, din care se realizează secțiuni histologice, care se aplică pe film special sau se acoperă cu emulsie nucleară. Zonele de concentrare a radioizotopilor se manifestă prin zone de înnegrire cu intensitate dependentă de cantitatea de substanță radioactivă. În acest mod se poate cerceta metabolismul intermediar la nivelul diferitelor țesuturi oculare.

Starea funcțională a barierei hemato-oculare a putut fi evaluată cu ajutorul izotopilor radioactivi. Din punct de vedere anatomic bariera hemato-oculară este constituită din pe-

rețele capilar, la nivelul căruia se fac schimburi difuzionale; la nivelul corpului ciliar se află o a doua barieră, secretorie. Substanțele radioactive au permis să se constate că unele substanțe chimice trec la nivelul corpului ciliar în funcție de greutatea lor moleculară, iar altele în mod selectiv. S-a stabilit astfel, că glucoza pătrunde în ochi la nivelul întregului tractus vascular, iar sodiul și potasiul nu ajung decât prin corpul ciliar.

Müller și Kleefeld arată că Na^{24} pătrunde greu prin bariera hemato-oculară.

Barany arată că formarea umoarei apoase se face numai prin secreție și nu prin ultrafiltrare. În acest scop a utilizat Na^{24} .

Tot cu ajutorul radioizotopilor s-a stabilit că nu există nici o diferență de concentrație între umoarea apoasă din camera anterioară și cea din camera posterioară.

Palm (1948) pune în evidență o disproporție între concentrația fosforului radioactiv (P^{32}) din sînge și umoarea apoasă.

UTILIZAREA TERAPEUTICĂ A RADIOIZOTOPILOR ÎN OFTALMOLOGIE

În terapeutică contează efectul de distrucție al celulelor și țesuturilor pe care-l manifestă radiațiile atunci cînd se realizează o doză de iradiere corespunzătoare. În oftalmologie, iradierea se realizează de obicei extern, atît cu emițători beta cît și gama, iar uneori intern cu emițători beta, în cazul formațiunilor tumorale profunde.

Stronțul radioactiv a fost utilizat în tratamentul tuberculozei palpebro-conjunctivale, conjunctivită primăvăratică, vascularizații ale corneei, ulcere recidivante. La fel se utilizează și cesiul radioactiv.

În cazul tumorilor superficiale palpebrale și corneo-conjunctivale, emițătorii beta se folosesc sub forma unor aplicatori cu profil adaptat organului pe care se plasează. Penetrabilitatea radiațiilor beta este mică, (aproximativ 2 mm), astfel că acestea nu lezează structurile profunde.

În cazul tumorilor profunde se introduc substanțele radioactive sub formă solidă prin implantare.

Pentru iradierea globală a tumorilor maligne se folosesc radiațiile gama ale cobaltului (Co^{60}) cu ajutorul unui dispozitiv, numit bomba de cobalt.

Ritmul iradierii și durata acesteia sînt condiționate de natura tumorii, dimensiunile ei și gradul de invadare a țesuturilor înconjurătoare. Doza administrată trebuie să asigure distrucția țesutului tumoral.



BIBLIOGRAFIE

I. Acuitatea vizuală

1. Gilson M.: Étude de l'acuité visuelle dans l'ambliopie fonctionnelle. Arch. opht. (Paris), 1970, 30, 5, 459.
2. Hecht S.: La base chimique et structurale de la vision. Ed. Masson, Paris, 1938.
3. Koffka K.: Principles of Gestaltpsychology, New-York, 1935.
4. Lebensohn E. J.: Refraction of the human eye. C. Gettes. Ed. Little Brown and Comp., Boston, 1965.
5. MacLeod R. B.: An experimental investigation of brightness constancy. Ar. of. Psy., 1932, 21, 135.
6. Ourgaud G. A., Etienne R.: L'exploration fonctionnelle de l'oeil glaucomateux. Ed. Masson, Paris, 1961, v. II.
7. Pieron H.: Les processus du métacontraste, J. de Psy., 1935, 31, 5-24.
8. Saraux H., Roussellie F., Coscas G.: Optique médicale pratique. Ed. Doin, Paris, 1968, 158.
9. Stancos N.: Physiologie rétinienne. Arch. opht. (Paris), 1970, 30, 4, 371.
10. Zolog N.: Cercetări asupra simțului reliefului la indivizi cu acuitate vizuală normală. Oftalmologia, 1960, 5, 1, 90.
11. Zolog N.: Selecțiunea și orientarea profesională în raport cu funcțiile vizuale. Timișoara, 1969.
12. * * * Projeet de normalisation des tests d'acuité visuelle, Arch. opht. (Paris), 1974, 34, 2, 160.

II. Refracția oculară

1. Blancard P.: Revue chibret, 1969, 59, 21.
2. Brecher I.: Utilizarea cilindrului încrucișat Jackson. Oftalmologia, 1956, 3, 72.

3. Gallois J.: Importance d'un examen médical complet dans le diagnostic et le traitement des défauts de vision. *J. de Méd. de Paris*, 1935.
4. Genet L.: Paralysie de l'accommodation sans troubles pupillaires. *Bull. S.F.O.*, 1934, 176.
5. Payer F.: Compensatorul cilindric Asti-Test. *Oftalmologia*, 1956, 2, 71.
6. Reiner J.: Variațiile aplicației cilindrului încrucișat în determinarea refracției subiective. *Oftalmologia*, 1970, 14, 2, 105.
7. Zolog N.: Modificarea refracției oculare în cursul glaucomului operat. *Oftalmologia*, 1957, 2, 3, 207.
8. Zolog N., Koszegi S., Heber H.: Glaucom și miopie. *Oftalmologia*, 1969, 13, 51.

III. Simțul luminos

1. Achmatov A.: Eine experimentelle Untersuchung der Dunkeladaptationsgleichungen. *Pflug arch. ges. Physiol.*, 1927, 215, 10.
2. Conreur L., Danis P., Gilson M., Laverne G., Meur G.: Physiopathologie de l'ambliopie fonctionnelle. *Bull. Soc. Belge, Ophtal.*, 1969, 151, 1, 1.
3. Cornand G.: L'épithélium pigmentaire de la rétine. *Conférences lyonnaises d'ophtalmologie*, 1973, 1, 1-65.
4. Frankhauser F., Schmidt T.: Die Untersuchung der Funktionen des dunkeladaptierten. *Ophthalmologica*, 1957, 133, 264.
5. Garron L. K.: L'ultrastructure de l'épithélium pigmentaire de la rétine avec observation de la chorio-capillaire et de la membrane de Bruch. *Tr. Am. Ophtal.*, 1963, 61, 545-588.
6. Hecht S., Haig C., Wald G.: The dark adaptation of retinal fields of different size and location. *J. gen. Physiol.*, 1935, 19, 231.
7. Jayle G.: Quelques aspects pratiques de la vision mésopique. Son intérêt sémiologique. *Anné. Ther. clin. ophtal.*, 1957, 8, 305.
8. Laverne G.: Le sens lumineux. *Arch. ophtal. (Paris)*, 1970, 30, 11, 833.
9. Sloan L.: The eye hold gradients of the rods and the cones in The dark-adapted and in the partially light-adapted theres. *Amer. J. Ophthal.* 1950, 33, 1077.
10. Wald G.: The photoreceptor process in vision. *Amer. J. Ophthal.*, 1955, 40, 28.
11. Wirth A.: Il problema biologico e clinico dell emeralopia. *Boll. oculist.*, 1969, 48, 81.

IV. Cîmpul vizual

1. Brégeat P., Hamard H. : La périmétrie cinétique. Arch. opht. (Paris), 1970, 10, 739.
2. Glăvan I. : Adaptometria campimetrică circulară. Oftalmologia, 1971, 15, 1, 37.
3. Dubois-Poulsen A. : Le champ visuel. Masson et. Cie, Ed. Paris, 1952.
4. Harrington O. D. : The visuel Fields, 2-é edition. The Mosby Co., St. Louis, 1964.
5. Harms H. : Die Technik des statischen Perimetrie. Ophthalmologica, 1969, 158, 387.
6. Eafner F. : Untersuchungen über das Skiaskotom. Documenta ophthalm., 1957, 11, 1.
7. Lavergne G. : La périmétrie statique. Arch. opht. (Paris), 1970, 30, 6-7, 547.
8. Ourgaud A., Aubert L. : Adaptometrie topographique circulaire chez le sujet normal. Bull. Soc. Ophtal. Fr., 1959, 528.
9. Traquair M. H. : An Introduction to clinical Perimetry. Ed. Henry Kimpton - London, 1948.
10. Weekers J. F. : Contribution à l'étude de la périmétrie statique. Arch. Ophtal. (Paris), 1969, 29, 47.
11. Weekers R., Roussel F. : La mesure de la fréquence critique de fusion en clinique. Documenta ophthalm., 1948, 2, 132.

V. Simțul cromatic

1. Cianca A., Damel A. : Dysfonction congenitale des cônes - Achromatopsie. Ann. Oculist., 1971, 23, 341.
2. Cornand G. : L'épithélium pigmentaire de la rétine. Conférences Lyonnaises d'Ophthalmologie. 1973, 117, 13-22.
3. Crone R. A. : Quantitative diagnosis of defective color vision. A comparative evaluation of the Ishihara test, the Farnsworth dischotomus test, and the Hardy-Rand-Rittler polychromatic plates. Amer. J. Ophthal., 1961, 51, 298-305.
4. Cvetkovic D. : Troubles acquis du sens chromatique au cours de l'évolution du glaucome. IV Congrès de la Société Européenne d'Ophthalmologie. Budapest, 1972.
5. François J., de Bio J., Verriest G., Matton M. : Conceptions actuelles sur l'hérédité des déficiences congénitales de la vision des couleurs. Ann. Oculist. (Paris), 1973, 1, 120.

6. François J., Verriest G., De Rouck A.: L'achromatopsie congenitale. Docum. Ophthal. (Den Haag), 1955, 9, 338-424.
7. François J., Verriest G.: New Electroretinographic findings obtained in Congenital Forms of dyschromatopsia. Brit. J. Ophth., 1960, 4, 430-435.
8. Lakowski R.: The Pickford-Nicolson Anomaloscope as a Test for Acquired Dyschromatopsias. Modern problemes in Ophthalmology, 1972, vol. 11, 25-33.
9. Maione M.: Fisiopatologia e Clinica del senso cromatico. Ed. Mac-cari - Parma, 1965.
11. Perdriel G.: Interêt du test de Farnsworth-100 Hue dans l'etude des lesions maculaires et des nevrites retrobulbaires, Arch. Opht. Paris, 1960, 8, 844.
12. Popescu M., Craiu A.: Aspecte fiziopatologice ale simțului cromatic. Fiziol. Norm. și pat. București, 1972, 18, 2, 111-131.
13. Verriest G.: Vision des couleurs. IV Congrès de la Société Européen d'Ophtalmologie. Budapest, 1972.

VI. Esteziometria corneei

1. Cochet P.: L'adaption des cornées artificielles de base cornéenne. Lentilles précornéennes - Conférences d'optique médicale, 1972, 18, 1, 3-19.
2. Lesdain F.: Les lentilles cornéennes a courbures physiologiques. Ed. Masson. Paris, 1964.
3. Maione M.: Sinopsi di oculistica. Unione Tipografico. Torino, 1970.
4. Neacșu A.: Esteziometria corneei. Ref. Soc. Oftalmologie, Iași, 1965.
5. Sedan J., Farnarier G.: Techniques modernes d'investigations en ophtalmologie. Ed. Masson, Paris, 1961.

VII. Motilitatea pupilară

1. Bailliard P.: Traité d'ophtalmologie. Ed. Masson, 1939, v. II.
2. Duke-Elder S.: System of ophthalmology. Ed. Kimpton, 1968, v. V.
3. Glăvan I.: Un procedeu simplu de eiconometrie. Oftalmologia, 1966, 1, 81.
4. Guillaumat L., Morax V. P., Offret G.: Neuroophtalmologie, Ed. Masson, 1959.
5. Lemoine P., Valois G.: Traité d'ophtalmologie. Ed. Masson, 1939, II, 372

VIII. Explorarea oftalmotonusului

1. Amsler M., Verrey F., Huber A.: L'humeur aqueuse et ses fonctions. Masson, Paris, 1955.
2. Barany E.: Pore size and passage of particulate matter through the trabecular meshwork. *Doc. Ophth.*, 1959, 13, 41-42.
3. Becker B., Schaffer N. R.: Diagnosis and therapy of the glaucomas. 2nd edit. The Mosby Cie., St. Louis, 1965.
4. Beuningen Van, Chandler P., Morton Grant W.: Lectures on glaucoma. Lea et Febiger, Philadelphia, 1965.
5. Dobrescu G., Schwartzenberg T., Vancea P. P.: Corelații clinico-morfologice în glaucoamele operate prin tehnica trabeculectomiei a posteriori. *Oftalmologia (București)*, 1973, 17, 2, 109-120.
6. Etienne R.: Les glaucomes. Lyon, 1969.
7. Feeney L.: Ultrastructure of the nerves of the human trabecular region. *Invest. Ophthal.* 1962, 1, 462-473.
8. François J., Moens R., Morens R.: Un nouveau tonométrie électronique. *Bull. Soc. Belge Opht.*, 1953, 301, 393.
9. François J., Neetens A.: Increased intraocular pressure and optic nerve atrophy. Ed. Arscia - Bruxelles, 1966.
10. Friedenwald J. S.: Some problems in the calibration of tonometers. *Amer. J. Ophth.*, 1948, 31, 935-944.
11. Friedenwald J. S.: Recent advances in tonometer construction. *Tr. Amer. Acad. Ophth. Otolaryng.*, 1948, 53, 543-547.
12. Friedenwald J. S.: Standardization of tonometers. *Acad. Ophth. Otolaryng.* 1954, 177.
13. Garron L. K., Feeney M. L.: Electron microscopic studies of the human eye. II. Study of the trabecular by light and electron microscopy. *Arch. of Ophthal.*, 1956, 62, 996-973.
14. Goldmann H.: Bekanntmachung der Europäischen Tonometerprüfstationen. *Klin. Mbl. Augenheilk.*, 1957, 131, 126.
15. Grant W. M., Trotter R.: Tonographic measurements in enucleated eyes. *AMA Arch. Ophth.*, 1955, 53, 191.
16. Holberg A. S.: Schlemm's canal and the trabecular meshwork. An electron microscopic study of the normal structure in man and monkey (*Cercopithecus Ethiopis*). *Doc. Ophth. Den Haage*, 1965, 19, 339-373.
17. Kayes J.: Pore structure of the inner wall of Schlemm's canal. *Invest. Ophthal.*, 1967, 6, 4, 381-392.
18. Leydhecker W.: Glaukom. Ein Handbuch. Springer Verl. Berlin, 1960.

19. Ourgaud G. A., Etienne R. : L'exploration fonctionnelle de l'oeil glaucomateux. Ed. Masson, Paris, 1961.
20. Pouliquen Y., Limon S., Faure J., Bisson J. : Atlas d'histologie et d'ultrastructure du globe oculaire. Ed. Masson, Paris, 1969.
21. Radian A., Radian L., Rusei M. : Limitele tensiunii intraoculare normale și importanța lor în diagnosticul glaucomului incipient. *Oftalmologia*, 1961, 4, 333.
22. Radian A., Michel I. : Comparare clinică a tonometriei de indentație cu aplanotonometria. *Oftalmologia*, 1970, 14, 31.
23. Radian A., Radian L. : Tehnica goniotomiei cu aparat adaptat. *Oftalmologia*, 1962, 3.
24. Păcurariu I., Schmidt G. : Contribuții la studiul glaucomului juvenil. *Oftalmologia*, 1969, 13, 307.
25. Păcurariu I., Oancea I., Călugăru M. : Mecanismul de acțiune al iridectenleizisului. Determinări tonometrice și tonografice. *Oftalmologia*, 1971, 2, 113.
26. Pesme M. D. : La tonographie. Bull. et Mém. Soc. Opht. de Bordeaux et du Sud-Ouest, 1970, 17.
27. Sampaoli R. : Le diagnostic précoce du glaucome appelé capsulaire. *Ophthalmologica Suppl.* ad 2 vol. 1961, 142, 471-475.
28. Shaffer R. N. : Clasificati on of the glaucoma. Ann. Instit. Baraquer, Barcelona, 1966, VII, 1-2, 27-29.
29. Van Beuningen E. G. A. : Atlas der Spaltlampengonioskopie. Verl. G. Thieme, Leipzig, 1955.
30. Vancea P. P., Schwartzberg T. : Studiul comparativ al parametrilor statici și dinamici ai echilibrului tensional la bolnavii cu miopie forte și hipermetropie. *Oftalmologia*, 1973, 4, 337-344.
31. Vancea P. P., Schwartzberg T. : Cercetări experimentale asupra efectului trabeculectomiei asupra rezistenței la scurgere. *Oftalmologia*, 1973, 3, 217-218.
32. Vancea P. P. : L'influence du terrain vasculaire général sur l'évolution fonctionnelle du glaucome. Ann. d'Oculist. (Paris), 1970, 203, 11, 975-944.
33. Vegge T. : The fine structure of the trabeculum cribriforme and the inner wall of Schlemm's canal in the normal human eye. *Ztschr. f. Zellforsch.*, 1967, 77, 267-281.

IX. Biomicroscopia

1. Bonnet M. : Méthodes cliniques objectives d'examen de la macula. Conf. Lyonnaises d'Ophtalm., 1974, 123, 4, 3-21.

2. Busacca A.: Manuel de biomicroscopie oculaire. Ed. Doin (Paris), 1966.
3. Duke-Elder S.: System of Ophthalmology. Ed. Kimpton, London, v. VII.
4. Eisner G.: Biomicroscopy of the peripheral fundus. *Sun. Ophthalm.*, 1972, 11, 1-28.
5. Goldmann H.: Zur Technik der Spaltlampenmikroskopie. *Ophthalmologica*, 1938, 9, 96, 90-97.
6. Goldmann H.: The diagnosis value of biomicroscopy of the posterior part of the eye. *Bull. J. Ophthalm.*, 1961, 45, 449-460.
7. Haut J., Linon S.: Chirurgie pratique du vitré. Ed. Masson (Paris), 1972.
8. Kloti R.: Die Biomikroskopie der hinteren Augenabschnitte mit dem 3-Spiegel-Kontaktglas in: Die Prophylaxie der idiopathischen Netzhautablutung. J. F. Bergmann edit. München, 1971.
9. Roth A.: L'examen biomicroscopique à l'aide des verres de contact de Goldmann. *Conférences d'optique medicale*, 1973, 22, 1-15.

X. Oftalmoscopia

1. Duke-Elder S.: System of ophthalmology. Ed. Kimpton, London, v. VII, 1968.
2. Manolescu D.: Oftalmologia. Ed. med., 1957, 150.
3. Radian A.: Lentilă cu întrebuintări multiple în examinarea oftalmologică. *Oftalmologia*, 1961, 1, 65.
4. Saraux H., Biais D.: Précis d'ophtalmologie. Ed. Masson, Paris, 1969.
5. Sedan I., Farnarier G.: Techniques modernes d'investigation en Ophtalmologie. Ed. Masson, Paris, 1961.

XI. Oftalmodinamometria

1. Duke-Elder S.: System of Ophthalmology. Ed. Kimpton, London, 1968, v. VII.
2. Manolescu D.: Oftalmologia. Ed. med., 1957.
3. Morax P. V., Aron-Rosa D., Gauthier J. C.: Symptomes et signes ophtalmologiques des sténoses et occlusions carotidiennes. *Bull. Soc. Ophtal. de France - Rapport annuel*, 1970, 75.
4. Ourgaud A. G., Etienne R.: L'exploration fonctionnelle de l'oeil glaucomateux. Ed. Masson, Paris, 1961, v. II, 1395.

5. Sedan J., Farnarier G.: Techniques modernes d'investigation en Ophtalmologie. Ed. Masson, Paris, 1961.
6. Weigelin E.: Les bases physiques de la dynamométrie oculaire. Ann. Ocul., 1958, 191, 333.

XII. Angiografia fluoresceinică

1. Amalric P., Bonnin P.: L'angiographie fluorescéinique. Rapp. annuel Bull. Soc. Ophtal. fr., 1969.
2. Amalric P.: À propos des syndromes ovalaires. Étude topographique du réseau vasculaire choroïdien au niveau de la macula. Bull. et Mém. Soc. fr. Ophtal., 1972, 85, 241-250.
3. Bonnin P.: Que peut-on obtenir de l'examen du fond d'oeil sous fluoresceine. Clin. Ophtal., 1969, 3.
4. Bonnin P.: Fluorographie et fluoroscopie. Ann. Oculist., 1969, 202, 11, 1167.
5. Hayreh S. S., Baines J. A. B.: Occlusion of the fortix veins. Brit. J. Ophthal., 1973, 57, 4, 217-239.
6. Heimann K.: The development of the choroid in Ma. Choroidal vascular system. Ophthal. Research., 1972, 3, 5, 257.
7. Jutte A., Lemke L., Deufrais A.: Fotografii în fluorescență și oftalmoscopia fluorescentă în practică. Vestn. Oftalm., 1970, 4, 26.
8. Nilson I.: L'angiographie fluorescéinique. Arch. Opht. (Paris), 1970, 30, 97.
9. Teeters V. W., Bird A. C.: Neovascularization and disciform macular degeneration. Amer. J. Ophthal., 1973, 76, 1, 1.
10. Zenatti C.: Action des deives de synthèse du rouge Congo. Etude angiographique. Ann. Oculist., 1971, 204, 3, 257.

XIII. Electrofiziologia clinică a retinei

1. Auerbach E., Burian H. M.: Studies on the photopic-scotopic relationship in the human electroretinogram. Amer. J. Ophth., 1955, 40, 42.
2. Bessière Ed., Rebeller L. J.: L'électrorétinogramme. Bull. Mém. Soc. Opht. Fr., 1970, 19, 1031.
3. Brindley G. S.: Physiology of the retina and the visual pathways. Ed. Edwards Arnold, London, 1960.
4. David M., Tacorian D., Nuță M.: Relații clinico-funcționale în dezlipirea de retină la ochiul miop. Soc. de oftalm. - Piatra Neamț, 1973.

5. Dayton G. O., Jones M. H.: Electro-oculography. *Neurology*, 1964, 14, 1152.
6. Deutmann A. F.: Electro-oculographie dans les familles de sujets atteints de dystrophie vitelliforme de la fovéa. *Arch. Ophthal. (Chicago)*, 1969, 81, 3, 305-316.
7. Dollfus M. A., Chavignac A.: L'électrorétinographie et ses applications à la clinique. *Sem. Hôp. Paris*, 1962, 28, 1325.
8. François J., De Rouck: L'électrorétinographie. *Ann. Oculist. (Paris)*, 1973, 206, 3, 235-241.
9. Jayle G. E., Como R., Kaphan G.: Le dédoublement des ondes a et b de l'électrorétinogramme. *Bull. Méd. Soc. Opht. France*, 1958, 7, 521.
10. Perdriel G.: L'électrophysiologie clinique de la rétine et du cortex visuel. *Arch. Opht. (Paris)*, 1971, 31, 3, 287.
11. Perdriel G.: Comment interpréter un électrorétinogramme. *Ann. Oculist. (Paris)*, 1968, 201, 6, 668-675.
12. Tacorian Doina: Valoarea ERG în deslipirea de retină. Teză doctorat - Buc., 1971.
13. Tacorian Doina: Aspecte fiziopatologice ale biocurenților oculari în hipertensiunea oculară - *Fiz. norm. și pat.* 4/1971.

XIV. Ecografia

1. Buschmann W.: Probleme der Ultraschalldiagnostik in der Orbita. Diagnostica ultrasonica in Ophthalmologie. S.I.D.U.O., II, BRNO, 1968, 109-116.
2. Fodor F., Săbădeanu V., Zakarias S.: Rezultatele obținute prin ecografie în diagnosticul unor afecțiuni oculare. Piatra Neamț, 1971.
3. Gil Del Rio E.: Ecografia en Oftalmologia. Ed. Jims, Barcelona, 1972.
4. Gitter K. A., Keeney A. H., Sarin L. K., Meyer D.: Ophthalmic ultrasound. Cv. Mosby Co., St. Louis, 1969.
5. Goldberg R. E., Sarin L. K.: Ultrasonics in Ophthalmology. W. B. Saunders, Philadelphia, 1967.
6. Hamard H., Massin N., Poujol J.: Echographie de l'oeil et de l'orbite. Rapport annuel. *Bull. Soc. Opht. de France*, 1973.
7. Kotzov M. B., Fridmann F. E., Pivovarov N. N.: Ecografie ultrasonica pentru determinarea proprietăților magnetice ale fragmentelor intraoculare. *Vest. Oftalm.*, 1970, 5, 78.
8. Massin M.: *Revue Chibret*, 1969, 57, 4.

9. Massin M., Poujol J. : Diagnostica ultrasonica in ophthalmologia. Centre National d'Ophthalmologie des Quinze-Vingts, Paris, 1973.
10. Offret G., Roussellie F. : Echographie oculaire. Bull. Mém. Soc. Opht. France, 1970, 19, 1009.
11. Oksala A. : Bishenge Erfahrungen über die Ultraschalldiagnostik von Augenkrankheiten. Klin. Mbl. Augenheil, 1964, 144, 3, 347.
12. Oksala A. : Über die Heutigen Auffassungen von der Ultrachalldiagnostik bei intraokularen Krankheiten. Ophthalmologica, 1965, 149, 9, 467.
13. Oksala A., Gernet H. : Ultrasonics in ophthalmology. Ed. Karger, Bâle, 1967.
14. Schmidt G. : Ultrasonografie oculară. Oftalmologia, 1966, 10, 3, 199.
15. Vanysek J., Preisova J., Obraz J. : Ultrasonography in Ophthalmology. Czechoslovak Medical Press Prague, 1969.
16. Wainstock M. A. : Ultrasonography in ophthalmology. Ophthal. Clin., 1969, 9, 3.

XV. Explorarea echilibrului oculo-motor

1. Aubry M., Pialoux P., Chaouard : La nistagmographie. Principes et applications clinique. Ann. Oculist, 1965, 10, 972.
2. Bonova N. S., Zeltser N. Y., Smolyakova I. P. : Rezultate în tratamentul strabismului cu ambliopie. Vestn. Oftalmologhi, 1971, 1, 75.
3. Călcăianu G., Stoica I. : Electroencefalografie și electromiografie. Ed. Med., 1963.
4. Corcelle I. M. : Méthodes d'enregistrement du nystagmus. Soc. de Bordeaux et de Sud-Ouest, 1970.
5. Goddé-Jolly D., Larmande A. : Les nystagmus. Ed. Masson, Paris, 1973.
6. Guillaumat L., Morax P. V., Offret G. : Neuroophthalmologie. Ed. Masson, 1959, vol. I.
7. Hugonnier R., Hugonnier S. : Strabismes, Hétérophories, Paralyties oculo-motrides. Ed. Masson, Paris, 1965.
8. Jeannerod M. : Principes et méthodes d'enregistrement des mouvements oculaires chez l'homme. Progr.-Ophtal., 1968, 19, 5099.
9. Maione M. : Sinopsi di oculistica. Ed. Torinese, 1970.
10. Nemtseev I. G. : Adapto-electro-oculografie. Vestn. Oftalmologhi, 1970, 4, 35.
11. Săbădeanu V., Barazs-Kovacs M. : Experiența noastră în tratamentul pleoptic-ortoptic al tulburărilor vederii binoculare. Oftalmologia, 1962, 1, 25.

12. Zolog N., Leibovici M.: Corelații între vîrstă, acuitate vizuală și deviație în strabismul concomitent. *Oftalmologia*, 1959, 1, 75.
13. Zolog N.: Miopia dreptului extern în miopia forte cu esotropie excesivă. *Oftalmologia*, 1969, 13, 4, 315.

XVI. Explorări ale orbitei

1. Brovkina A. F.: Orbitotonometria în diagnosticul exoftalmiilor unilaterale. *Vestn. Oftalmologhi.*, 1970, 1, 43.
2. Mergulov J. J.: Vedenie v cliniciskmo. Conferenții oftalmologov Medjkj., 1957, 313.
3. Păcurariu I., Giurgiu-Bogdan M., Vasinca M.: Tumorile maligne ale ochiului și anexelor la copii. *Oftalmologia*, 1962, 2, 97.
4. Radian A., Popa B., Radian L.: Orbitotonometria. *Oftalmologia*, 1960, 3, 277.

XVII. Radioizotopii

1. Cozma N., Ianovici N.: Gamma-orbitografia și importanța ei în oftalmologie. *Soc. Șt. Med. Iași*, 1975.
2. Gurtovoi G. K.: Condiții optime pentru folosirea diagnosticului prin radiofosfor. *Vestn. Oftalmologhi.* 1970, 6, 72.
3. Jolivet J.: Gammaorbitographie. *Neuro-Chirurgie*, Paris. 1967, 13, 5, 610-615.
4. Manolescu D., Wasserstrom W., Lascau F., Niculescu M., Cuvin E.: Cercetări asupra depistării precoce cu ajutorul fosforului radioactiv. *Oftalmologia*, 1962, 2, 123.
5. Morax V. P., Planiol T., Aron D., Jolivet J.: Amélioration des renseignements donnés par la gammagraphie orbitaire a l'aide d'une sonde spéciale. *Bull. Mém. de la Soc. Franc. d'opht.* Ed. Masson, Paris, 1966, 63.
6. Popescu M. P.: Studiul permeabilității corpului ciliar prin histoautoradiografie. *Oftalmologia*, 1970, 14, 2, 117.
7. Spîrchez T., Gheorghescu V., Jovin G., Pavel D.: Scintigrafia clinică. Ed. Med., 1968.

EXPLORATIONS FONCTIONNELLES EN OPHTALMOLOGIE

(Résumé)

Le livre contient en dix-sept chapitres les plus importantes explorations fonctionnelles effectuées aujourd'hui en ophtalmologie. Dans les dernières années ces explorations ont beaucoup progressé ce qui impose leur systématisation.

L'acuité visuelle doit être faite avec des optotypes standardisés illuminés soit par projection soit par transparence. Les auteurs exposent les avantages et les désavantages de divers optotypes utilisés dans la clinique et aussi quelques indications de standardisation.

Des variations de l'acuité visuelle sont présentées en fonction de divers tests utilisés et de quelques facteurs subjectifs comme le diamètre de la pupille, la topographie rétinienne, la direction du fascicule de lumière, la surface de la rétine stimulée et la durée des stimuli.

La réfraction oculaire est déterminée par méthodes globales basées sur l'ophtalmoscopie et la skiascopie et par méthodes partielles en déterminant la réfraction de la cornée ou seulement de sa face antérieure par kératométrie et ophtalmométrie. On expose l'utilisation du cylindre croisé de Jackson et du cylindre asti-test. On présente le mesurage de la surface postérieure de la cornée et la détermination des courbures du cristallin.

Le sens lumineux est examiné à l'aide des adaptomètres classiques Goldmann-Weekers et Hartinger, et de l'adaptomètre Adm, qui permet de tester rapidement la courbe d'adaptation à l'obscurité, l'étude d'orientation de la sensibilité lumineuse de la rétine effectuée en trois minutes et aussi de l'acuité visuelle à l'illumination scotopique. Les facteurs qui influencent la courbe d'adaptation normale et les données actuelles en ce qui concerne la synthèse et la décomposition de la rodopsine sont aussi présentées.

Le champ visuel est étudié à l'aide des campimètres et des périmètres en lumière photopique, mésopique et scotopique. Diverses explorations campimétriques, comme l'angioscotométrie et la skiascotométrie sont présentées. On illustre la périmétrie statique méridienne

et circulaire, l'exploration tachiscopique du champ visuel et les diverses techniques de périmétrie sélective. On présente la fréquence critique de fusion.

La vision des couleurs est recherchée par méthodes qui utilisent des couleurs spectrales et par méthodes qui utilisent des couleurs pigmentaires. On est présentée l'équation Rayleigh à l'aide de l'anomaloscope AN-59 aux deutéranomaux et protanomaux et aussi aux trichromates extrêmes, en pouvant ainsi décélérer les hétérozygotes défectueux des troubles chromatiques. On présente les troubles congénitaux de la vision des couleurs et les divers troubles acquis.

La sensibilité de la cornée est un fait important à rechercher pour le déclassement de quelques troubles de la cornée dans l'adaptation des lentilles de contact. On présente l'esthésiomètre Franceschetti, l'esthésiomètre Boberg-Ans et l'esthésiomètre Cochet-Bonnet. On établit les valeurs normales de la sensibilité avec ces déterminations. On présente les variations physiologiques et pathologiques de la sensibilité de la cornée en diverses affections oculaires et neurologiques.

L'exploration de la pupille est recherchée par méthodes cliniques, méthodes spéciales de pupillométrie et par épreuves pharmacodynamiques.

L'exploration de l'ophtalmotonus est recherchée avec des tonomètres par dépression de la cornée et avec des tonomètres par aplatissement. On présente les avantages de chaque méthode. L'étude de la résistance au coulage de l'humeur aqueuse est faite par gonioscopie et tonographie. On présente l'aspect normal et pathologique de l'angle camérulaire avec les dernières données de microscopie électronique. L'exploration de l'ophtalmotonus comprend aussi le mesurage du débit de l'humeur aqueuse et de la pression, dans les veines lamellaires.

La biomicroscopie, la plus usuelle et plus compréhensive méthode en ophtalmologie, est utilisée aujourd'hui pour apprécier quantitativement la grosseur de la cornée, la profondeur de la chambre antérieure et l'illumination focale du vitreux postérieur et du fond de l'œil.

L'ophtalmoscopie, basée sur le principe optique des foyers conjugués, permet, grâce à la transparence des milieux oculaires, l'observation directe de la rétine, de la papille du nerf optique, partiellement de la choroïde et aussi l'appréciation des milieux transparents. On présente les progrès techniques qui ont beaucoup élargi l'utilisation de cette méthode.

L'ophtalmodynamométrie comme méthode d'exploration clinique en ophtalmologie permet l'appréciation des valeurs de la pression ophtalmique et, mise en corrélation avec la pression sanguine générale et avec la pression oculaire, peut fournir des données en ce qui concerne les anomalies de la circulation carotidienne et certaines appréciations sur la circulation intraoculaire.

L'angiographie fluorescéinique est beaucoup utilisée dans le diagnostic de quelques affections chorio-rétiniennes dans un stade de début — de maladie. On présente tant les techniques d'examen que les progrès actuels de l'exploration angiofluorographique.

L'électrophysiologie clinique de la rétine et du cortex visuel est étudiée par électrooculographie, électrorétinographie et par l'enregistrement du potentiel occipital évoqué. On présente les diverses techniques d'enregistrement dans le stade normal et pathologique. L'interprétation des résultats est faite par d'études analytiques et synthétiques en fonction de la morphologie, l'amplitude et la polarité des réponses.

L'échographie oculo-orbitaire est utilisée en déterminations biométriques et dans l'observation du grandissement du globe oculaire, des décollements de la rétine, tumeurs, corps étrangers intraoculaires et aussi dans les examens du globe oculaire avec des milieux opaques.

L'exploration de l'équilibre oculo-moteur et de la vision binoculaire est recherchée tant dans le cas du strabisme que dans le cas des paralysies oculo-motrices. On présente les méthodes les plus usuelles d'étude des mouvements oculaires, l'examen sous l'écran, la recherche de l'oeil directeur et le punctum proximum de convergence. Dans l'examen du strabisme on détermine la déviation strabique objective, l'appréciation de la correspondance rétinienne et l'étude de la vision binoculaire en lumière polarisée. L'examen des paralysies oculaires est complété avec l'étude de la diplopie. Le chapitre conclut avec des notions de nystagmographie et électromyographie oculaires.

Les explorations de l'orbite sont résumées à la recherche de l'ophtalmométrie et de l'orbitotonométrie.

Explorations par radioisotopes est le titre du dernier chapitre du livre. On présente les radioisotopes utilisés tant en but de la recherche que pour diagnostic et traitement.

Dans une période quand les publications de spécialité sont encore réduites, ce volume représente un aide nécessaire vu les progrès actuels des diverses explorations ophtalmologiques.

FUNCTIONAL EXPLORATIONS IN OPHTHALMOLOGY

(Summary)

The 17 chapters of this volume cover the most important functional explorations carried out in ophthalmology nowadays. In the last years these explorations have progressed and this fact calls for their systematizations.

Visual acuity must be carried out with standardized optotypes which, in their turn, must be illuminated either through projection or through transparence. The authors deal with the advantages and disadvantages of the different optotypes used in clinics and with some indications of standardization.

The authors describe the variations of visual acuity depending on the different tests used and on some subjective factors such as: the pupillary diameter, the retina topography, the direction of the light fascicle, the surface of the stimulated retina and the duration of the stimuli.

The ocular refraction is measured both with total methods based on ophthalmoscopp and schiascopy and with partial methods based on the determination of the cornea refraction or only of its front side through keratometry and ophthalmometry. We present the use of both the Jackson crossed cylinder and the astitest cylinder. The measurement of the posterior surface of the cornea and the determination of the crystalline curves are also described.

The luminous sense is investigated by means of the classical Goldmann-Weekers and Hartinger adaptometers and of the Adm adaptometer which allows a rapid testing of the curve of adaptation to darkness, the guiding study of the luminous sensitiveness of the retina carried out in 3 minutes, and the research of the visual acuity at a reduced lighting. We also describe the factors which influence the curve of normal adaptation and the recent data regarding the synthesis and the decomposition of the rodopsina.

The field of vision is investigated by means of campimeters and perimeters in the photopic, mezopic and scotopic light. There are presented different campimetric explorations such as angioscotometry

and schiascotometry. We also exemplify the meridian and circular static perimetry, the tachyscopic exploration of the field of vision as well as different techniques of selective perimetry. We also describe the critical frequency of fusion.

The colour vision is investigated with methods using spectral colours and with methods using pigmentary colours. We deal with Rayleigh's equation by means of the AN-59 nomaloscope in the case of deuteranomalous and protanomalous sight and in the case of extreme trichromates so that we were able to find out the heterozygous carriers. The congenital troubles of the colour vision and the acquired dyschromatopsias are also presented.

The sensitivity of the cornea is important to be investigated for the finding out of some cornea troubles in the fitting of the contact lenses. We describe Franceschetti's esteziometer, Roberg-Ans esteziometer and Cochet-Bonnet's esteziometer used in testing the cornea sensitivity. We give the normal values of the sensitivity with these determinations. We present the physiological and pathological variations of the cornea sensitivity in different ocular and neurologic diseases.

The exploration of the ophthalmotonus is investigated with tonometers through cornea depressions and tonometers through settling. We explain the advantages of each method. The study of the resistance to aqueous outflow is investigated through gonioscopy and tonography. We describe the normal and pathologic aspect of the chamber angle with the latest data of electronic microscopy. The exploration of the ophthalmotonus also comprises the measurement of both the flow of the aqueous humour and the pressure in the lamina veins.

The biomicroscopy, the most common and most comprehensive method in ophthalmology is used in the quantitative estimation of both the cornea thickness and the deep of the anterior chamber, and in the focal illumination of the posterior vitreous body and the eye.

The ophthalmoscopy based on the optic principle of the conjugated focuses, allows due to the transparency of the ocular mediums, the direct observation of the retina, of the pupil, of the optic nerve and partially of the choroid as well as the estimation of the transparent mediums. The technical progress which has widely extended the use of this method is also presented.

The ophthalmodynamometry as a method of clinical exploration in ophthalmology allows the estimation of the values of ophthalmic

pressure and its comparison with both the general blood pressure and the intra-ocular pressure can give us data regarding the anomalies of the carotid circulation and some estimations of the intra ocular circulation.

The fluoresceinic angiography is used in the diagnosis of some corioretina diseases in an early stage of the disease.

We analyse both the techniques of investigation and the progress recorded today in angiofluorography.

The clinical electrophysiology of the retina and of the visual cortex is studied through electro-oculography, electroretinography and the recording of the occipital potential. We deal with different techniques of recording in the normal and pathological conditions. The interpretation of the results is done through analytical and syntetical studies depending on the morphology, amplitude and polarity of the answers.

The oculo-orbitary ecography is used in biometric determinations and in watching the growth of the ocular globe, the dettachment of the retina, cancer, foreign intraocular bodies as well as in the investigations of the ocular globe with opaque medium.

The exploration of the ocular motor equilibrium and of the binocular vision is investigated both in strabism and in oculo-motor paralyses. We describe the most usual methods of studying the ocular movements, the investigation under a cover, the research of the directed eye and of the proximate point of convergence. In the investigation of strabism we measure the objective strabic deviation and estimate the retinal correspondence and the study of the binocular vision in the polarized light. The investigation of the ocular paralyses is completed with the study of diplopia. The chapter ends with notion of ocular nistagmography and electromiography.

The exploration of the orbit is limited to the determination of exoftalmometry and orbitotonometry.

Explorations through radioisotopes constitutes is the last chapter of the work. We deal with the radioisotopes used both for researches and for diagnosis and treatment.

In a period when we are still short of publications speciality, this volume represents a guide to the progress made in the different ophthalmologic explorations nowadays.

INDEX ALFABETIC

A

Acromatopsia congenitală 117
 Acuitatea vizuală 7
 Acuitatea vizuală binoculară 24
 Acuitatea vizuală de aproape 16
 Acuitatea vizuală stereoscopică 16
 Adaptometrie 53
 Adaptometrul Goldmann-Wee-
 kers 61
 Adaptometrul Hartinger 62
 Adaptometrul ADM 63
 Agnozii cromatice 119
 Angiografia fluoresceinică 228
 Angioscotometrie 82
 Anomaloscop 107
 Anomaloscop AN-59 109
 Astigmatism 32

B

Bagheta Maddox 311
 Biometria ultrasonică 281
 Biomicroscopie 195

C

Campimetrie 79
 Campimetrul Bjerrum 80
 Campimetre maculare 81
 Campimetrul Weeker 80
 Cheratometrie 41
 Cilindrul Asti-Test 39
 Cilindrul Jackson 33
 Cîmpul vizual 67
 Corespondență retiniană. Exa-
 minare 298
 Cover-Test 291
 Cromatopsii 119
 Crucea Maddox 300, 311
 Curba de adaptare 53

D

Dioptrul ocular 26
 Discromatopsii congenitale 118
 Discromatopsii dobîndite 118
 Dizarmonii fotometrice 74, 97

E

Echilibrul oculo-motor. Explorare
 288
 Ecografia 273
 Electrooculografie 243
 Electrofiziologia retinei 240
 Electromiografie 323
 Electroretinografie 249
 Efecte temporale și spațiale cro-
 matice 103
 Efect Stiles-Crawford 21
 Eriscopul Peter 41
 Esteziometrie 120
 Esteziometrul Boberg-Ans 122
 Esteziometrul Cochet-Bonnet 122
 Exoftalmometrie 333

F

Fluorometrie 207
 Frecvența critică de fuziune 93
 Fund de ochi. Examinare 205

G

Gonioscopie 165
 Gonioscopia cu depresiune cor-
 neană 170

H

Heteroforii. Examinare 311

I

Insuficiența de convergență. Examinare 311
Interval fotocromatic 55

L

Legea amestecului culorilor 101
Legea lui Ricco 22, 73
Linurile Holmgren 110
Linurile Thomson 110
Luminozitate 100

M

Mecanismul vederii culorilor 105
Micronistagmus de fixație 9

N

Nistagmografie 314
Nistagmus provocat 322
Nistagmus spontan 318

O

Oftalmodinamometrie 115
Oftalmometrie 41
Oftalmometrul Javal-Schiötz 42
Oftalmometrul topografic 46
Oftalmotonus. Explorare 138
Oftalmoscopie 209
Optotipi 9
Optotipi Landolt 12
Optotipi cu octogon 14
Optotipi Snellen 12
Orbită. Explorare 333
Orbitotonometrie 336

P

Paralizii oculo-motorii. Examinare 305
Perimetrie 86
Perimetria selectivă 93
Perimetria statică 88
Perimetria tachiscopică 92
Potențialul evocat occipital 266

Presiune oculară. Valori fiziologice 193

Proba maculo-maculară 301
Punctul proxim. Cercetare 295
Pupila. Examinare 127
Pupila. Motilitate 127
Pupila. Probe farmacodinamice 183

Pupilometria de comparație 128
Pupilometria diferențială 180
Pupilometria de proiecție 129
Pupilometria tangențială 129

R

Radioizotopi. Utilizare 341
Radioizotopi. Studii metabolice 354
Reflexodensimetria Rushton 106
Refracția oculară 25
Refractometrie 40
Refractometrul Hartinger 40
Refractometrul topografic 46
Rigiditate oculară 149, 156
Rodopsina 50

S

Saturația culorilor 100
Schiascopie 29
Schiascotometria 85
Scotoame 95
Simț luminos 48
Sonde ecografice 276
Sonde de scintilație 344
Steaua Owen 290
Sticla striată Bagolini 301
Sticla de contact Goldmann 165, 200
Sticla de contact Hruby 202
Sticla de contact Radian 202
Strabism 295

T

Tabele pseudoizocromatice 112
Testul Farnsworth 100-Hue 112
Testul Farnsworth-28 112
Testul Haitz 116
Testul Hess-Lancaster 297, 306
Testul Panel D-15 110

Testul scotometric 116
Tonalitatea culorilor 99
Tonografie 178
Tonometria diferențială 149, 152
Tonometrul Goldmann 158, 160
Tonometrul Harrington 145
Tonometrul Maklakoff 139
Tonometrul Mackay-Marg 168
Tonometrul Schiötz 142
Triunghiul culorilor 102

U

Umoare apoasă. Măsurare debit
191

Unghiul camerular 171
Unghiul camerular patologic 176

V

Vederea binoculară. Cercetare
302, 303
Vederea culorilor 98
Vederea fotopică 50
Vederea mezopică 57
Vederea scotopică 57, 65
Venele laminare. Presiune 192
Ventuza de sucțiune 188
Vitros examinare 202



CUPRINS

Capitolul 1

ACUITATEA VIZUALĂ (7—24), date anatomo-fiziologice 7, modificări ale acomodăției 8, micronistagmusul de fixație 9, determinarea acuității vizuale 9, teste utilizate 11, forme de acuitate vizuală 14, standardizarea optotipilor 15, determinarea obiectivă 16, acuitatea vizuală de aproape 16, tehnici de explorare 18, variații ale acuității vizuale 18, acuitatea vizuală binoculară 24, tulburări ale acuității vizuale 24.

Capitolul II

REFRACTIA OCULARĂ (25—47), date anatomo-fiziologice 25, elementele dioptrului ocular 26, metode obiective 28, oftalmoscopia directă 28, schiascopia 29, cilindrul încrucișat Jackson 33, cilindrul asti-test 39, refractometria 40, cheratometria 41, oftalmometrul topografic 46, măsurarea suprafeței posterioare a corneei 46, măsurarea curburilor cristalinului 46.

Capitolul III

SIMȚUL LUMINOS (48—66), date anatomo-fiziologice 48, curba de adaptare normală 53, interval fotocromatic 55, factori ce influențează curba de adaptare 57, aparate și tehnici de examinare 61, adaptometrul Goldmann-Weekers 61, adaptometrul Hartinger 62, adaptometrul Adm 63, caracteristici ale vederii nocturne 65, patologia simțului luminos 65, tratament 66.

Capitolul IV

CÎMPUL VIZUAL (67—97), date anatomo-fiziologice 68, rolul câmpului vizual 72, factori ce influențează câmpul vizual 72, tehnici de

explorare 78, notarea rezultatelor 78, aparate 79, campimetre 79, angioscotometrie 82, schiascotometrie 85, perimetrie 86, câmpul vizual fotopic 87, câmpul vizual mezopic 87, câmpul vizual scotopic 87, perimetria statică meridiană 88, perimetria statică circulară 91, explorarea tahiscopice 92, perimetria selectivă 93, frecvența critică de fuziune 93, interpretarea rezultatelor 95.

Capitolul V

EXPLORAREA VEDERII CULORILOR (98—119), date anatomo-fiziologice 98, caractere fizice ale stimulilor colorați 99, legile amestecului culorilor 101, triumghiul culorilor 102, efecte temporale și spațiale în vederea cromatică 103, mecanismul vederii culorilor 105, metode de explorare 107, anomaloscopul AN-59 109, probe de asortare 110, lînurile Holmgren 110, testul Thomson 110, testul Panel D-15 110, testul Farnsworth-100 112, testul Farnsworth-28 112, tabele pseudoizocromatice 112, teste pentru vederea cromatică centrală 116, examenul senzației cromatice în perimetria colorată 116, tulburări ale vederii culorilor 116.

Capitolul VI

ESTEZIOMETRIA CORNEEI (120—126), date anatomo-fiziologice 120, cercetarea pragului de sensibilitate 121, esteziometrul Franceschetti 122, esteziometrul Boberg-Ans 122, esteziometrul Cochet-Bonnet 122, valori normale ale sensibilității 124, variații fiziologice 124, variații patologice 125, tratament 126.

Capitolul VII

MOTILITATEA PUPILARĂ (127—137), metode de examinare 127, examinarea statică a pupilei 127, examinarea dinamică 128, metode speciale de pupilometrie 128, pupilometria de comparație 128, pupilometria tangențială 129, pupilometria de proiecție 129, pupilometria diferențială 130, metode fotografice 130, metode cinematografice 131, aparatură electronică cu înregistrare directă 131, electropupilografia 133, probe farmacodinamice 133.

Capitolul VIII

EXPLORAREA OFTALMOTONUSULUI (138—194), date anatomo-fiziologice 138, tonometria 142, tonometria prin indentație 142, tonometrul Schiötz 142, tonometrul Harrington 145, tonometre electronice 145, cali-

brația tonometrului Schiötz 146, rigiditatea oculară 149, tonometria diferențială 149, curbura corneei 157, tonometre prin aplanatie 158, tonometrul Maklakoff 159, tonometrul Goldmann 160, tonometrul Mackay-Marg 163, studiul rezistenței la scurgere 165, gonioscopia 165, unghiul camerular normal 171, patologia unghiului camerular 176, tonografia 178, coeficientul facilității la scurgere 178, ventuza de sucțiune 188, valoarea normală a rezistenței 189, măsurarea debitului umorului apos 191, presiunea în venele laminare 192, valoarea fiziologică a presiunii oculare 193, variații provocate de debit și rezistență 194.

Capitolul IX

BIOMICROSCOPIA (195—208), microscopul cornean 195, principiu 196, aparatura 196, tehnici de examinare 197, examinarea focală a polului anterior 197, iluminarea laterală indirectă 197, aprecieri cantitative ale grosimii corneei și adâncimii camerei anterioare 199, examinarea focală a unghiului camerular 200, iluminarea focală a vitrosului și a fundului de ochi 200, lentila Goldmann 201, lentila Hruby 202, lentila Radian 202, fluorometria 207.

Capitolul X

OFTALMOSCOPIA (209—214), principiul metodei 209, aparatură 210, tehnici de examinare 211, rezultate 212, aprecieri calitative 212, aprecieri cantitative 212, oftalmoscopia binoculară 214.

Capitolul XI

OFTALMODINAMOMETRIA (215—227), date anatomo-fiziologice 215, principiul metodei 216, aparatură 217, tehnici 217, rezultate 219, indicații ale oftalmodinamometriei 223.

Capitolul XII

ANGIOGRAFIA FLUORESCIGINICĂ (228—239), principiu 228, metodă 230, aparatură 230, tehnici 231, angiografia fluoresceinică a fundului de ochi normal 231, pseudofluorescența 234, contraindicații 235, angiografia fluoresceinică în patologie 235, angiografia fluoresceinică a segmentului anterior 237, angiografia normală 237, angiografia patologică a segmentului anterior 238.

Capitolul XIII

ELECTROFIZIOLOGIA CLINICĂ A RETINEI ȘI CORTEXULUI VIZUAL (240—272), date anatomo-fiziologice 240, electrooculografia 243, principiu 243, tehnici de înregistrare 244, electrooculograma normală 245, electrooculograma în patologie 247, electroretinografia 249, traseu normal 250, factori obiectivi 251, factori subiectivi 253, tehnici de înregistrare 254, aparatură 254, utilizarea electroretinogramei 256, interpretarea rezultatelor 258, aspecte patologice ale electroretinogramei 262, potențialul occipital evocat 266, proiecția cortexului vizual 267, tehnici de înregistrare 268, aspectul potențialului evocat occipital normal 269, potențialul occipital evocat în patologie 271.

Capitolul XIV

ECOGRAFIA (273—287), noțiuni fizice 273, aparatură 275, metode ecografice 276, utilizarea ecografiei A 278, ecografia axială 280, ecografia laterală 281, aplicații ale ecografiei 281, biometria globului ocular 281, determinarea refracției oculare 282, biometria ultrasonică în glaucom 282, biometria ultrasonică în creșterea globului ocular 283, tulburări ale mediilor 283, orbita 286, erori ale ecografiei 287.

Capitolul XV

EXPLORAREA ECHILIBRULUI OCULO-MOTOR (288—332), aprecierea stării echilibrului oculo-motor 288, studiul mișcărilor oculare 290, cover-testul 291, cercetarea ochiului director 294, cercetarea punctului proxim de convergență 295, examenul strabismului 295, măsurarea deviației obiective 295, aprecierea corespondenței retiniene 298, cercetarea vederii binoculare 302, examenul paraliziilor oculare 305, examenul heteroforiilor și al insuficienței de convergență 311, nistagmografia 314, metode de înregistrare 316, tehnici de înregistrare 317, cercetarea nistagmusului spontan 318, interesul clinic al electronistagmografiei 320, electronistagmografia în patologie 321, electromiografia 323, principiu 323, aparatură 323, electromiograma normală 325, electromiograma patologică 326.

Capitolul XVI

EXPLORĂRI ALE ORBITEI (333—340), exoftalmometria 333, exoftalmometrul Hertel 333, exoftalmometrul Clarke 334, exoftalmometrul Sena 334, exoftalmometrul Deo 334, diagnosticul unei exoftalmii 335,

orbitotonometria 336, aparatură 336, rezultate 339, indicații și contra-indicații 340.

Capitolul XVII

EXPLORĂRI PRIN RADIOIZOTOPI (341—356), noțiuni fizice 341, detectarea substanțelor radioactive 343, aparatură 344, sonda de scintilație 344, diagnosticul cu radioizotopi în oftalmologie 346, utilizarea terapeutică în oftalmologie 355.

Bibliografie (357—367).

Rezumat (franceză) (369)

Rezumat (engleză) (372)

Index alfabetic (375)



Redactor : VASILE ȘUVĂIALĂ
Tehnoredactor : MIHAI BUJDEI

Referent : Prof. dr. doc. VASILE SĂBĂDEANU

Apărut 1975. Format $61 \times 86/16$. Coli de tipar 24.
Bun de tipar la 12/VI. 1975. Tiraj 2 000 exemplare.
Editura „Junimea”, str. Gheorghe Dimitrov nr. 1.
IAȘI — ROMANIA



Tipărit la Întreprinderea poligrafică Iași
Str. Vasile Alecsandri nr. 6